

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

"ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"

Факультет физико-математических и
естественных наук

Кафедра "Общая биология и
биохимия"

Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование

Профиль Биология

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему:

**«СМЕРТНОСТЬ РУКОКРЫЛЫХ НА ЗИМОВКАХ В УСЛОВИЯХ
ИСКУССТВЕННЫХ ПОДЗЕМЕЛИЙ САМАРСКОЙ ЛУКИ»**

Студент  Протасова Ольга Валерьевна

Руководитель  Смирнов Д.Г.

Нормоконтролёр  Смирнов Д.Г.

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от 2.06.16 № 12)

Заведующий кафедрой  Карпова Г.А.

Работа защищена с отметкой отлично (протокол заседания ГЭК от 16.06.16 № 11)

Секретарь ГЭК  Солдатов С.А.

Пенза, 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ.	3
ГЛАВА 1. Смертность летучих мышей в Европе и вызывающие её причины	5
1.1. Результаты бактериологического исследования	8
1.2. Результаты вирусологического исследования	10
1.3. Результаты паразитологического исследования	11
1.4. Причины смерти и динамика заболеваний летучих мышей	12
1.4.1. Синдром Белого носа у летучих мышей	15
ГЛАВА 2. Материалы и методы	19
ГЛАВА 3. Микроклиматические характеристики искусственных подземелий Самарской Луки	21
ГЛАВА 4. Численность рукокрылых и их показатели смертности в местах массовых зимовок	24
4.1. Видовой состав и численность	24
4.2. Показатели и причины смертности летучих мышей на зимовках	26
4.3. Причины смертности летучих мышей на зимовках	33
ГЛАВА 5. Научно-исследовательская деятельность в школе	38
ВЫВОД	41
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	42

Введение

Летучие мыши являются одними из наиболее успешных и разнообразных млекопитающих на Земле. Около 1230 видов рукокрылых встречаются на всех континентах, кроме Антарктиды, и занимают множество разнообразных экологических ниш (Schipper et al., 2008). Летучие мыши имеют существенное значение для поддержания здоровья экосистем, поскольку они играют роль опылителей растений, участвуют в распространении семян, охотятся на насекомых, включая вредителей леса и сельского хозяйства (Kun et al., 2011). Многие виды летучих мышей занесены в Красную книгу Международного союза охраны природы, и почти половина из них находится под угрозой (Mickleburgh et al., 2002). Для оценки и предотвращения дальнейшего сокращения их численности проводились исследования биологии летучих мышей, их экологии и поведения, а таким аспектом, как заболевания, в значительной степени пренебрегали (Wibbelt, Moore, et al., 2010).

В последние два десятилетия значению рукокрылых, как потенциальных переносчиков значимых вирусных заболеваний, особенно зоонозов, уделяется все больше внимания.

К тому же, обширные исследования бешенства летучих мышей, которое изучается уже более полувека, выявили большое количество микробных агентов (Wibbelt et al., 2009), включая тех, что вызывают возникновение важных зоонозных вирусов, обнаруженных у летучих мышей по всему миру (Halpin et al., 2000; Chua et al., 2002; Leroy et al., 2005; Li et al., 2005; Wong et al., 2007; Towner et al., 2009; Kuzmin et al., 2011).

Тем не менее, большинство исследований ограничивается идентификацией обнаруженных микроорганизмов, а исследования в отношении инфекционных заболеваний и причин смерти летучих мышей

немногочисленны (Simpson, 2000; Daffner, 2001, Duignan et al., 2003; Hajkova, Pikula, 2007).

В Европе исследования в основном сосредоточены на лиссавирусах (Harris et al., 2006; Muller et al., 2007) и коронавирусах (Gloza-Rausch et al., 2008; Rihtaric et al., 2010) европейских летучих мышей, но в Германии и Великобритании на найденных мертвых летучих мышах были обнаружены первые признаки патогенных бактерий (Simpson, 2000; Daffner, 2001; Evans et al., 2009; Muhldorfer et al., 2010; Muhldorfer, 2011) и новых вирусов (Wibbelt et al., 2007; Sonntag et al., 2009).

В России изучение причин заболеваемости и смертности рукокрылых никогда и нигде не проводилось. В связи с этим целью нашей работы было изучение смертности рукокрылых на зимовках.

Исходя из поставленной цели решали следующие задачи:

1. Выявить видовую принадлежность и численность рукокрылых, зимующих в искусственных подземельях Самарской Луки;
2. Установить уровень смертности разных видов рукокрылых на зимовках;
3. Определить вероятные причины, приводящие к гибели рукокрылых на зимовках.

ГЛАВА 1

СМЕРТНОСТЬ ЛЕТУЧИХ МЫШЕЙ В ЕВРОПЕ И ВЫЗЫВАЮЩИЕ ЕЁ ПРИЧИНЫ

В период с 2002 по 2009 год были исследованы в общей сложности 486 погибших летучих мышей из 19 европейских видов гладконосов (т.е. семейства Vespertilionidae) (Muhldorfer et al., 2011). Трупы летучих мышей предоставлены исследователями рукокрылых и реабилитационными центрами и 6 различных географических регионов в Германии: Берлина и его пригородов (n = 223), Баварии (n = 165), Бранденбурга (n = 38), Нижней Саксонии (n = 36), Тюрингии (n = 21), а также земли Баден-Вюртемберг (n = 3).

Если летучие мыши умерли во время наблюдений или должны были быть умерщвлены по соображениям защиты животных, трупы немедленно сохранялись при температуре -20°C и отправлялись в Институт Лейбница по изучению зоопарков и дикой природы в Берлине для диагностических исследований. Из всех гистопатологически исследованных тушек около 90% были пригодны для бактериологического исследования. В меньшей степени (43%), исследования проводились в Институте Роберта Коха. Кроме того, образец мозга каждого животного был представлен в Институт Фридриха Леффлера для диагностики бешенства.

Проводилось полное вскрытие каждой летучей мыши, все макроскопические находки, включая заражение эктопаразитами, были зафиксированы. Для гистопатологической экспертизы, небольшие кусочки ткани разных органов (легких, печени, сердца, почек, надпочечников, селезенки, кишечника, поджелудочной железы, головного мозга, языка, гортани, слюнных желез и грудных мышц) и ткани с явными патологическими изменениями фиксировали в 4% забуференном формалине, обрабатывали с использованием стандартных методов и заливали жидким

парафином. Секции были обрезаны по 2-5 мкм и окрашены по стандартной методике гематоксилин-эозином. Кроме того, специальные гистологические методы окраски были использованы в зависимости от микроскопических результатов, т.е. для обнаружения бактерий (окрашивание по Грамму и Гимзе), грибов (PAS-метод или окрашивание метенаминсеребром по методу Гомори-Грокотт), железа (окрашивание берлинской лазурью), минерализации (окрашивание Фон Косса), соединительной и коллагеновой тканей (трехцветное окрашивание) (Muhldorfer et al., 2011).

Для бактериологического исследования образцы легких, печени, сердца и почек, а также тканей с заметными патологическими изменениями (например, ткани увеличенной селезенки) 430 летучих мышей наносились на Колумбийский агар (с добавлением 5% овечьей крови), шоколадный агар, агар Гасснера и агар МакКонки и инкубировались при 37°C (на шоколадном агаре с 5% CO₂) в течение 24-48 ч. При необходимости для выделения иерсинии (*Yersinia*), сальмонеллы (*Salmonella*) и анаэробных бактерий были использованы специальные среды и условия. Первичная идентификация бактериальных штаммов была основана на морфологии колоний, гемолизе, окрашивании по Грамму и с помощью других методов. Окончательную идентификацию видов бактерий проводили с использованием соответствующей коммерческой тестовой системы Api (bioMérieux, Германия). При необходимости, для подтверждения результатов Api были проведены дополнительные стандартные биохимические тесты (Bisping, Amtsberg, 1988; Brenner et al., 2005). В случае неоднозначных результатов биохимических исследований, для окончательной идентификации проводили анализ генов 16S рРНК (Muhldorfer et al., 2011). Изоляты Сальмонеллы были охарактеризованы в Национальной справочной лаборатории по анализу и тестированию зоонозов в Федеральном институте оценки рисков (Берлин, Германия).

Для вирусологического исследования гомогенизированные ткани легких, печени, сердца, почек, селезенки, мозга и слюнных желез 210 летучих мышей были объединены для каждого животного индивидуально и использовались для РНК/ДНК-экстракции и последующего молекулярного исследования с помощью общих ПЦР анализов для обнаружения флави- (Sanchez-Seco et al., 2005), ханта- (Klempa, 2006), корона- (de Souza Luna et al., 2007), А-вирусов гриппа (Spackman et al., 2002). Кроме того, были использованы ПЦР анализы, специфичные для 8 описанных ранее герпесвирусов европейских гладконосых летучих мышей (Wibbelt et al., 2007).

Все исследованные летучие мыши принадлежали к 7 различным родам (т.е. *Pipistrellus*, *Nyctalus*, *Myotis*, *Eptesicus*, *Plecotus*, *Vespertilio* и *Barbastella*) и 19 европейским видам гладконосых летучих мышей. Три вида летучих мышей: малый нетопырь (*P. Pipistrellus*, n = 138), рыжая вечерница (*N. noctula*, n = 92), и поздний кожан (*E. serotinus*, n = 53) - составляли около 60% всех трупов летучих мышей, исследованных в этой работе, в то время как *P. pygmaeus*, *Nyctalus leisleri*, *Myotis brandtii*, *M. bechsteinii*, *M. dasycneme*, *Plecotus austriacus* и *Barbastella barbastellus* были представлены в небольшом количестве, от 1 до 4 особей.

В целом, установлена причина смерти для 70% исследованных летучих мышей (n = 304). Две трети смертей были обусловлены травмой (n = 145) или болезнью (n = 144), а почти 4% мышей умерли от других неинфекционных причин, таких как отек легких, обезвоживание и гипогликемия. В 30% (n = 129) не найдены существенные патологические изменения.

У половины (50,9%) особей среди 145 травмированных летучих мышей отмечены дополнительные слабые (n = 42), средние (n = 28) и тяжелые (n = 4) воспалительные изменения органов, у 23% выявили бактериальные (n = 19) и/или паразитарные инфекции (n = 13). Из 144 летучих мышей, считающихся умершими от болезней, смертельные бактериальные (n = 54), вирусные (n =

5) и паразитарные инфекции ($n = 2$) наблюдались у 42% особей. Кроме того, у новорождённой рыжей вечерницы была отмечена аспирация амниотической жидкости, а молодой малый нетопырь был усыплен из-за серьёзной деформации костей предплечья. У остальных летучих мышей ($n = 81$) выявлены средние и тяжелые патологические изменения неизвестной этиологии или неподтвержденной бактериальной или вирусной причины.

Количество заболеваний в выборке летучих мышей постепенно уменьшается по мере взросления. Новорожденные и молодые особи обоих полов были значительно сильнее подвержены заболеваниям, чем взрослые. Также обнаружена существенная тенденция в смертности от болезни между самцами и самками, заключающаяся в том, что среди взрослых самок показатели заболеваемости более высокие (52.5%), чем среди самцов (36.4%). Не было обнаружено значительной связи между определённой причиной смерти (т. е. заболеванием или травмой) и тяжестью эндопаразитической инфекции. Сезонное распределение смертей от заболеваний описывается тримодальной (трёхвершинной) диаграммой с пиками весной (в апреле), летом (в июне-августе) и зимой (в декабре). Доля травмированных особей также заметно увеличивается в течение летних месяцев, вплоть до периода «роения», но достаточно невысока в остальное время.

1.1. Результаты бактериологического исследования

Около 90% ($n = 430$) образцов от летучих мышей исследовали на наличие бактериальных инфекций. Было идентифицировано 42 рода и более чем 53 вида бактерий. Преобладали такие бактерии, как *Enterococcus faecalis* (14.7%, $n = 63$), *Hafnia alvei* (11.2%, $n = 48$), *Serratia liquefaciens* (10%, $n = 43$), и *Pasteurella multocida* (7.7%, $n = 29$). В 37% ($n = 157$) у летучих мышей вообще не наблюдалось бактериального заражения.

У 17% исследованных летучих мышей сравнительный бактериологический и гистопатологический анализ выявил 22 вида бактерий, несомненно, связанных с повреждениями и/или общим заражением.

Преобладающими бактериями, связанными с болезнями являлись представители семейства Pasteurellaceae (прежде всего *P. multocida*), энтеробактерии (различные виды бактерий) и Streptococcaceae (прежде всего, *Enterococcus spp.*). Больше половины (54,8%, N = 40) бактериальных инфекций наблюдалось у летучих мышей с травмами. Анализ показал слабую зависимость бактериального заражения от пола и возраста. Женские (21,9%) и взрослые (21,6%) особи показали чуть более высокую подверженность бактериальным заболеваниям по сравнению с мужскими (18,3%) и принадлежащими другим возрастным (15,6%) группам особями.

Однако на бактериологические анализы заметно может заметно повлиять посмертное заселение животных бактериями, замораживание и хранение тушек летучих мышей, невозможность обнаружения определенных бактерий обычными методами культивирования, в результате чего некоторые виды бактерий, возможно, были не обнаружены.

Обнаружена сильная взаимосвязь между кошачьим хищничеством и распространением бактериальной инфекции у летучих мышей, так как почти половина летучих мышей (44%), пойманных кошками, были заражены бактериальными заболеваниями. Различные бактерии могут передаваться через укусы кошек (Talan et al.,1999), следовательно, летучие мыши, на которых нападали кошки, вероятно, умерли от бактериального заражения, даже если у них не было опасных для жизни травм. Эта связь была доказана на примере заражениях европейских видов летучих мышей *P. multocida* (Simpson, 2000; Daffner, 2001; Muhldorfer et al.,2011). С другой стороны, летучие мыши, уже ослабленные болезнью, могут легче становиться жертвами хищников, таких как кошки. Следовательно, рукокрылые могут выступать в качестве переносчиков зоонотических патогенов, а домашние

кошки могут передать их человеку. Такие случаи межвидовой передачи заболевания от летучих мышей домашним животным уже были зарегистрированы (Li et al., 2005; Dacheux et al., 2009).

1.2. Результаты вирусологического исследования

Тестирование на зоонозные вирусы, патогенные для человека, не показало положительных результатов для вируса гриппа А, корона -, флави- и хантавирусов. Ингибирование ПЦР реакции не было зарегистрировано. Из 486 летучих мышей, прошедших исследование на заражение бешенством, у 2 поздних кожанов (*E. serotinus*) тесты подтвердили наличие лиссавирусов. Идентификация с использованием моноклональных антител и секвенирования показала, что это лиссавирус европейских летучих мышей 1-го типа (EBLV-1).

Специфический для герпесвирусов летучих мышей ПЦР-анализ показал, что 63 из 210 летучих мышей инфицированы 7 из 8 описанных ранее герпесвирусов.

Наблюдалась высокая распространенность гамма-герпесвируса летучих мышей 6 типа (BatGHV6, 65% (24/37)) у малого нетопыря, гамма-герпесвируса 5 типа (BatGHV5, 42,1%) у нетопыря Натузиуса и гамма-герпесвируса 4 типа (BatGHV4, 33,8%) у рыжей вечерницы. Коинфекция с другими герпесвирусами рукокрылых была выявлена у 4 рыжих вечерниц (7,4%), инфицированных гамма-герпесвирусами 3 и 4 типов (BatGHV3 и BatGHV4), и у 1 рыжей вечерницы (1,5%), инфицированной гамма-герпесвирусами 4 и 5 типов (BatGHV4 и BatGHV5). BatGHV5 был обнаружен не только у его изначального хозяина нетопыря Натузиуса, но и у 3 других видов летучих мышей, т.е. у рыжей вечерницы, большой ночницы и усатой ночницы. Хотя распространённость BatGHV3 (13,0%) и BatGHV4 (33,8%) сильно варьировала в пределах перелётного вида, разницы между полами в

распространённости вирусов у рыжей вечерницы не наблюдалось. Были найдены две молодые рыжие вечерницы, зараженные BatGHV4.

1.3. Результаты паразитологического исследования.

Эктопаразиты (клещи, блохи и клещи) были отмечены у 14% (n = 62) летучих мышей. Однако следует принимать во внимание возможные различия в численности эктопаразитов, собранных с трупов животных по сравнению с количеством эктопаразитов на живых особях. Самки летучих мышей (17,1%) были несколько больше заражены паразитами, чем самцы(14.7%), причем в разных возрастных группах распространенность эктопаразитов был практически одинаковой. Выявлены существенные видо-специфичные различия в заражении эктопаразитами. У большинства видов летучих мышей выявлена низкая распространенность эктопаразитов (диапазон 5.3– 11.8%), а почти 43% (n = 20) рыжих вечерниц были сильно заражены клещами и/или блохами.

Микроскопический анализ тканей органов выявил у 29% (n = 124) исследуемых летучих мышей эндопаразитическую инфекцию, включая различных простейших паразитов (семейства Eimeriidae и Sarcocystidae) и гельминтов (трематод, цестод и нематод). Гельминты были обнаружены преимущественно в желудочно-кишечном тракте летучих мышей, а у некоторых животных наблюдались гранулематозные поражения органов, вызванные миграцией личинок разных видов нематод.

Распространенность эндопаразитической инфекции среди исследованных летучих мышей существенно увеличивается по мере взросления, однако скорость распространения среди особей первого года жизни выше (8.5%), чем среди особей других возрастных групп (4.5%). Незначительные различия наблюдались между полами. Среди самок эндопаразиты распространены выше(30.4%), чем среди самцов(24.4%). Что касается конкретных видовых различий, среди крупных летучих мышей,

таких как рыжая вечерница, поздний кожан и двухцветный кожан выявлена более высокая распространенность эндопаразитов по сравнению с особями средних или мелких видов семейства Гладконосые.

1.4 Причины смерти и динамика заболеваний летучих мышей

Травмы и болезни являются наиболее частыми причинами смерти летучих мышей в Германии, в отличие от предыдущих исследований (Simpson, 2000; Daffner, 2001; Duignan et al., 2003), где смертность, связанная с болезнями, обычно играет лишь второстепенную роль. Молодые летучие мыши и взрослые самки оказались значительно более подвержены болезням. Данное предположение подтверждается отчетливым увеличением смертности от заболеваний летучих мышей этих категорий с июня по август, что соответствует периоду беременности и родам у видов рукокрылых Центральной Европы. Подобные сезонные модели также были описаны для паразитарных (Christe et al., 2000; Zahn, Rupp, 2004; Lucan, 2006; Christe et al., 2007) и вирусных инфекций (Gloza-Rausch et al., 2008; Plowright et al., 2008; George et al., 2011). Увеличение случаев смертей в связи с травмами с июля по октябрь совпадает с 4 моделями поведенческой активности европейских видов летучих мышей (то есть, отлучением от матери, спариванием, накоплением жира перед зимней спячкой и миграциями) (Ciechanowsky et al., 2010). Следовательно, данная активность может приводить мышей к смертельным травмам. Дополнительные сезонные пики отражают смертность от заболеваний в начале зимовки летучих мышей умеренных широт и после зимней спячки. В настоящее время накоплено недостаточно знаний в области иммунологии летучих мышей. Для других видов млекопитающих известно, что спячка снижает иммунитет. Таким образом, возрастает риск инфицирования для зимующих летучих мышей (Bouma et al., 2010). В начале зимовки большие скопления летучих мышей из разных колоний могут стать причиной распространения инфекции. Смертность от заболеваний после

зимовки предположительно увеличивается из-за снижения иммунитета в связи с длительным голоданием во время зимовки.

Бешенство летучих мышей является единственным зоонозом в Европе, который передаётся этими животными и, как известно, вызывает заболевание у человека (Johnson et al., 2010). В отличие от других млекопитающих, у которых лиссавирусы в конечном итоге вызывают смерть, у летучих мышей они могут привести к развитию иммунитета (George et al., (2011). Обнаружение лиссавируса европейских летучих мышей 1-го типа (EBLV-1) подтверждает результаты предыдущих исследований, согласно которым этот вирус распространяется среди поздних кожанов (Muller et al., 2007). В Германии причинами бешенства являются также лиссавирус европейских летучих мышей 2-го типа (EBLV-2), распространённый среди водяной ночницы и прудовой ночницы, и Bokeloh Bat Lyssavirus (BBLV) (Freuling et al., 2008; Freuling et al., 2011), недавно обнаруженный у ночницы Наттерера (Kuzmin, Rupprecht, 2007). Несомненное отсутствие EBLV-2 и BBLV в исследованных образцах, вероятно, связано с тем, что лиссавирусные инфекции имеют очень низкий уровень распространённости в популяции летучих мышей (Muller et al., 2007), и с тем, что размер выборки сильно ограничен, особенно в отношении соответствующих видов.

Среди различных насекомоядных видов летучих мышей в Германии широко распространены герпесвирусы. Многие герпесвирусы, описанные ранее, были в небольших количествах обнаружены более чем у одного вида летучих мышей. В данном исследовании наблюдалась высокая видоспецифичность в распространении герпесвирусов среди летучих мышей. Это свидетельствует о том, что определенный тип герпесвирусов европейских летучих мышей связан преимущественно с одним видом. Герпесвирусы млекопитающих обладают видовой специфичностью. Однако перекрытие ареалов и тесные контакты между видами могут привести к межвидовой передаче вируса. Это помогает объяснить наблюдаемое

преодоление видового барьера, как, например, при исследовании BatGHV5 (Wibbelt et al., 2007). Согласно результатам данного исследования, некоторые виды летучих мышей (т.е. рыжая вечерница, малый нетопырь и нетопырь Натузиуса) более восприимчивы к герпесвирусам. У рыжей вечерницы были обнаружены 3 различных гаммагерпесвируса (BatGHV3, 4, 5).

Заражение паразитами в дикой природе часто происходит без клинических проявлений. Однако тяжелая инфекция может снизить жизнеспособность организма или его репродуктивные возможности (Hart, 1992). Большинство данных о динамике заражения летучих мышей поступило из паразитологических исследований, опирающихся на единичные и сезонных колебания в распространенности эктопаразитов (Zahn, Rupp, 2004; Lucan, 2006; Christe, et al., 2007; ter Hofstede, Fenton, 2005). Плотность популяции и стили поведения кажутся важными факторами, объясняющими степень индивидуального и видоспецифического заражения паразитами летучих мышей (Zahn, Rupp, 2004; Lucan, 2006; Christe, et al., 2007). Высокая зараженность паразитами самок различных видов европейских гладконосов, скорее всего, связана с их физиологией и с отличиями в поведении во время ночевки (Christe et al., 2000; Lucan, 2006). Также обнаружены видоспецифические сезонные колебания в инвазии эктопаразитами. Зараженность рыжей вечерницы и водяной вечерницы эктопаразитами весной и осенью более высокая по сравнению с сезоном размножения (Zahn, Rupp, 2004).

Летучие мыши, такие как рыжая вечерница (43%) и водяная вечерница (25%), гнездившиеся преимущественно в деревьях или скворечниках, заражены эктопаразитами сильнее, по сравнению с другими изученными видами (диапазон 5-12%). Высокая зараженность эктопаразитами, как правило, были описана у летучих мышей, предпочитающих закрытые насесты, например, норы (ter Hofstede, Fenton, 2005; Patterson et al., 2007). Предполагается, что структурные характеристики и микроклимат таких

ночевок оказывают влияние на выживаемость эктопаразитов и вызывают повторное заражение летучих мышей. В отличие от этих результатов, распространенность эндопаразитов среди европейских гладконосых летучих мышей, предположительно коррелирует с размером тела вида (Muhldorfer et al., 2011). Видоспецифичные различия в питании и пищевых предпочтениях могут влиять на распространённость эндопаразитов среди насекомоядных летучих мышей (Johnson et al., 2010), так как более крупные летучие мыши питаются насекомыми более широкого диапазона размеров (Aguirre et al., 2003; Feldhamer et al., 2009). Это предположение подтверждается гораздо более высокими показателями зараженности эндопаразитами взрослых летучих мышей по сравнению с новорождёнными и молодыми, питающимися молоком.

1.4.1 Синдром Белого носа у летучих мышей.

Одной из распространённых причин смерти летучих мышей является так называемый Синдром Белого носа, впервые задокументированный в Нью-Йорке зимой 2006-2007. Эта недавно появившаяся в Северной Америке грибковая болезнь летучих мышей за 4 года привела к их беспрецедентной гибели на северо-востоке США (Wibbelt, Kurth, et al., 2010). От СБН погибли более 5,7 млн. летучих мышей в восточной части Северной Америки. Больные и мертвые летучие мыши были найдены в окрестностях пещер и шахт. В некоторых местах зимовок погибло от 90 до 100% населения (<https://www.whitenosesyndrome.org>).

Название заболевания происходит от внешнего вида пораженных летучих мышей, которые имеют белый грибок, растущий на их мордочках, ушах и крыльях. Зимующие летучие мыши, зараженные СБН, характеризуются всеми следующими признаками или некоторыми из них:

- Белый грибковый налёт на носу, ушах и мембранах крыльев;

- Истощение жировых запасов из-за частых пробуждений во время зимовок задолго до положенного времени;

- Нарушение иммунитета во время спячки;
- Повреждения или рубцевания крыльев;
- Необычное поведение летучих мышей (www.batcon.org).

Причины смерти мышей до сих пор не доказаны, но вероятно, что грибок *Pseudogymnoascus destructans* раздражает мышей, вызывая их пробуждение во время спячки и сжигание накопленных запасов энергии. Поскольку в это время отсутствуют насекомые для питания летучих мышей, они погибают от голодания. *P. destructans*, будучи универсальным патогеном, может заражать любые виды летучих мышей, зимующих при определённых микроклиматических условиях, а экологические и эволюционные различия зимующих животных не являются барьером.

Недавно обнаруженный психрофильный (холодолюбивый) грибок, *P. destructans* (рис. 1), был неоднократно взят от летучих мышей, которые обладали признаками СБН, включая колонизацию кожи грибковыми гифами, вызывающими характерные эпидермальные эрозии и язвы, которые могут прогрессировать и поражать соединительные ткани (Wibbelt, Kurth, et al, 2010). Оптимальная температура для его роста 5-10 ° C, при температуре выше 24° C грибок не развивается (Puechmaille et al., 2011). Как предполагают исследователи, цикл развития грибка длится около 180-200 дней, о чем



Рис. 1. Электронная микрофотография конидий *P. destructans*

свидетельствует массовая гибель летучих мышей в начале весны, через 205 дней после ухода в спячку.

До того как СБН был описан в Северной Америке, есть сообщения начала 1980-х о неоднократном наблюдении белого грибка на мордочках летучих мышей в Германии. Это вызвало предположение, что источник распространения болезни – Европа. Однако эти летучие мыши не имели всех характеристик СБН, например, не было смертельных случаев. Кроме того, грибок не был идентифицирован (Wibbelt, Kurth, et al., 2010).

Следует заметить, что другие грибки были идентифицированы на летучих мышах в различных странах Европы, и наблюдение мышей с "белым носом" не обязательно означает, что они поражены *P. destructans*. В связи с СБН в Северной Америке, европейские исследователи зимой 2008-2009 гг. начали наблюдения за грибковыми инфекциями зимующих летучих мышей в Европе, сходными с СБН.



Рис. 2. Грибок *P. destructans* на зимующей *M. dasycneme*. Фото сделано на месте зимовки около Екатеринбурга (Pikula, 2014).

Патоген, вызывающий СБН, *P. destructans*, был зафиксирован у летучих мышей в ряде Европейских стран: Франции, Австрии, Бельгии, Чешской Республике, Дании, Эстонии, Нидерландах, Польше, Румынии, Словакии (Puechmaille et al., 2010; Martinkova et al. 2010; Wibbelt, Kurth, et al., 2010), Швейцарии, Турции, Украине, Венгрии, Германии (Turner, Reeder, (2009).

Для оценки распространения СБН а Палеарктике между 2012 и 2014, были взяты пробы от 481 летучих мышей (15 видов) из 20 мест в Словении, Чехии, Латвии и России.

Зараженные летучие мыши разных видов были найдены на всех участках, включая Западно-Сибирскую равнину России (рис.2).

У обыкновенного длиннокрыла (*Miniopterus schreibersii*) и южного подковоноса (*Rhinolophus euryale*) *P. destructans* был найден впервые. На исследуемой территории Палеарктики, степень грибкового заражения отличались на разных территориях. Различные виды также подвергались заражению неодинаково. Массовой гибели летучих мышей от этого заболевания не наблюдалось, хотя распространённость зверьков с СБН достигает в Палеарктике 100%. Тяжесть грибкового заражения увеличивается с продвижением на север и запад, а также в районах, где на месте зимовки преобладают филогенетически близкородственные виды. Самые высокие показатели количества и тяжести заражений *P. destructans* наблюдались в Чехии, самые низкие – в Словении.

Относительно наличия гриба в Европе существует 3 версии.

Первая версия заключается в том, что *P. destructans* только недавно появился в Европе, и летучие мыши сейчас под угрозой заражения. Таким образом, нужно принять меры по их защите, минимизировать распространение заболевания.

Согласно второй версии, грибок находится в Европе в течение длительного времени. Так как массовой гибели летучих мышей в Европе не наблюдается, скорее всего, они обладают иммунитетом к СБН. Раскрытие механизмов этого иммунитета будет способствовать пониманию болезни и поможет в разработке способа защиты от нее.

Согласно третьей версии, *P. destructans* не является основной причиной смерти, а действует на летучих мышей с уже ослабленным другим патогеном иммунитетом (Puechmaille et al , 2010).

ГЛАВА 2

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор материала проводился в национальном парке «Самарская Лука». Область проведения исследования состояла из 8 штолен: Попова, Верблюд, Бурлак, СХТ-1, СХТ-2, СХТ-3, СХТ-4, СХТ-5. Учет летучих мышей и сбор материала проводили в ноябре-декабре 2014–2015 годов.

Общая протяженность всех пещер составляет около 30 километров. Каждая пещера была посещена нами не менее двух раз. Таким образом, за 2 сезона исследования пройдено в общей сложности около 60 километров.



Рис. 3. Трупы летучей мыши и полевки, умерших в конце зимовки 2014 г.



Рис. 4. Труп бурого ушана, умершего в начале зимовки 2015 г.

У найденных в 2015 году животных учитывалось время смерти. Старые, истлевшие трупы относили к концу зимовки 2014 года (рис. 3), а свежие, хорошо сохранившиеся – к началу зимовки 2015 года (рис. 4). В 2015

году в залах, где были найдены мертвые животные, измерялась температура воздуха и пола, а также влажность воздуха. Это сделано для выявления зависимости между смертностью животных и микроклиматом подземелий. Под смертностью мы понимаем отношение погибших летучих мышей каждого вида к общему числу учтенных живых и мертвых животных данного вида. Выявление зависимости величины смертности от микроклиматических параметров проводилось в программе Statistica for Windows 6.0 по алгоритму множественной линейной регрессии.

Трупы летучих мышей собирали не только с пола, но также из углублений в стенах и потолке. Поиск и сбор осуществлялся группами, состоящими из 2–3 человек. Подробно осматривали все поверхности штолен на протяжении всего маршрута учетов.

В тех случаях, когда труп сохранился плохо, для определения видовой принадлежности аккуратно извлекали или отделяли череп от тушки и помещали в герметичный пакет для транспортировки и идентификации в лабораторных условиях. Для очистки от оставшихся тканей череп помещали в металлическую банку с водой и вываривали, затем тщательно очищали.

В марте с целью выявления зараженности грибком *P. destructans*, вызывающим синдром Белого носа, проводился дополнительный осмотр зимующих рукокрылых.

ГЛАВА 3

МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСКУССТВЕННЫХ ПОДЗЕМЕЛИЙ САМАРСКОЙ ЛУКИ

Выбор мест зимовки рукокрылыми обусловлен спецификой микроклимата подземелья. Все исследованные пещеры отличались по показателям относительной влажности и температуры воздуха. Важным условием благополучной гибернации является относительная влажность воздуха в убежище. В большинстве обследованных нами подземелий, она была высокой и изменялась в средних и глубоких участках штолен от 60% до 97%. Низкая влажность воздуха отмечена зимой в некоторых залах крупных подземелий, а также во всех залах мелких штолен. Растительность и рельеф местности также играют важную роль, поскольку летучие мыши нуждаются в защищённом входе в убежище.

Самые небольшие по площади штольни: СХТ-2, СХТ-3, СХТ-5, отличаются от других подземелий низкими значениями температуры и влажности. Температура воздуха в СХТ-2 колеблется в пределах 2°C, максимальная достигает 3.2°C, а относительная влажность не поднимается выше 70%. Температура воздуха в СХТ-3 несколько выше, в глубине пещеры она достигает 4°C, а максимальная влажность составила 86.6%. СХТ-5 близка по температурным показателям к СХТ-3, температура воздуха в ней колеблется около 4°C, но относительная влажность не превышает 76%. Штольня СХТ-4 отличалась от остальных подземелий самыми высокими показателями влажности, которая не опускалась ниже 80%. Температура воздуха в залах близких ко входу колебалась в интервале 2.5°C, но по мере продвижения вглубь подземелья становилась ближе к 4°C. Большая по площади штольня СХТ-1, имеет несколько отличные микроклиматические условия. В привходовых залах температура не поднимается выше 2°C, при продвижении вглубь пещеры и в центральных залах температура воздуха

колеблется в интервале от 2°C до 4°C, и в самых удалённых от входа залах была зафиксирована максимальная температура 7.7°C. Относительная влажность воздуха на протяжении всей пещеры возрастала от 74.5% до 89%.

Самые крупные по площади штольни гор Верблюд, Бурлак и Попова имеют большое количество залов с различными микроклиматическими условиями. В штольне горы Верблюд, в залах близких ко входам, температура воздуха опускалась ниже 0°C, по мере продвижения к центру и в глубь подземелья температурные показатели принимали значения от -1.5°C до 3.5°C, и в самых дальних залах температура достигала 6°C. Относительная влажность воздуха изменялась в интервале от 63% у входа до 95% в глубине пещеры. Штольня горы Бурлак отличается невысокими показателями температуры воздуха, в большинстве залов она колеблется в интервале от 2°C до 4.5°C, в привходовых же она опускалась до -2°C, и только самые удаленные от входов залы имеют температуру воздуха выше 5°C. Колебания относительной влажности воздуха также значительны. У входа минимальное значение влажности составило 46%, в центральных залах она колебалась от 75% до 88%, и ни в одном зале не зафиксирована влажность, превышающая 90%.

Рукокрылые предпочитают использовать пещерные системы, в которых существует определённый поток воздуха, проходящий через всю систему или ее часть, и где, следовательно, имеется разнообразие температурных условий. На зимовке у каждого вида также существуют свои температурные предпочтения. В таких системах как тупиковые туннели или горизонтальные ходы, где преобладают конвекционные потоки воздуха, размер, конфигурация и строение поверхности подземелья в значительной степени могут оказывать влияние на внутреннюю температуру. Летом, когда внешняя температура выше температуры в подземелье, тёплый воздух, поступающий в него, охлаждается, становится плотнее и «стекает» вниз. Зимой, наоборот, холодный воздух затекает в пещеру по нижним слоям, а

нагретый и менее плотный воздух оказывается наверху. В связи с этим ниши и углубления в потолке могут аккумулировать тёплый воздух, а холодный воздух может скапливаться на участках, расположенных ниже уровня входного отверстия.

Наибольшее движение воздуха наблюдается в привходовой части подземелья и в центральной. Здесь конвекция «всасывает» тёплый воздух летом, а зимой – холодный, распределяя его далее по глубине и по высоте пещеры.

Рукокрылые могут использовать подземные убежища на всех стадиях своего годового цикла. В северной и средней Европе, где среднегодовые температуры низки, летучие мыши используют эти убежища преимущественно для зимовки.

ГЛАВА 4

ЧИСЛЕННОСТЬ РУКОКРЫЛЫХ И ИХ ПОКАЗАТЕЛИ СМЕРТНОСТИ В МЕСТАХ МАССОВЫХ ЗИМОВОК

4.1. Видовой состав и численность

За 2014 и 2015 годы было учтено около 58 430 особей, относящихся к 7 зимующим в пределах исследованного региона видам рукокрылых: ночница Наттерера, усатая ночница, ночница Брандта, водяная ночница, прудовая ночница, бурый ушан, северный кожанок. Все выше указанные виды относятся к семейству гладконосых летучих мышей (Vespertilionidae).

Из них в 2014 году было учтено 28 812 особей, а в 2015 году – 29618 особей.

Таблица 1. Состав видов и численность зимующих в 2014-16 гг. рукокрылых в штольнях Самарской Луки

Штольня	Число особей						
	Ночница Наттерера	Усатая ночница	Ночница Брандта	Водяная ночница	Прудовая ночница	Бурый ушан	Северный кожанок
СХТ-I	117	2 079	48	258	61	266	196
СХТ-II	0	0	0	0	0	0	1
СХТ-III	12	23	0	12	8	11	9
СХТ-IV	50	171	439	87	79	81	14
СХТ-V	1	5	0	2	0	3	8
Бурлак	91	884	1 431	762	1 587	1 116	439
Верблюд	91	163	1 055	1 226	2 799	2 362	204
Попова	1 040	10 187	19 831	2 182	2 233	3 761	945
Всего	1 402	13 512	22 804	4 529	6 767	7 600	1 816

По общему количеству учтенных особей на зимовках 2014-2016 гг. лидирующее положение занимает ночница Брандта (табл. 1). Остальные виды представлены значительно меньшим числом особей. В порядке убывания численности после ночницы Брандта следуют усатая ночница,

бурый ушан, прудовая ночница и водяная ночница. Довольно малочисленными можно считать северного кожанка и ночницу Наттерера.

Самым многочисленным видом на зимовках 2014-2015 гг. в искусственных подземельях Самарской Луки является ночница Брандта (табл. 2) Ему значительно уступает усатая ночница. Далее в порядке убывания численности следуют бурый ушан, прудовая ночница и водяная ночница. Малочисленными являются северный кожанок и ночница Наттерера

Таблица 2. Состав видов и численность зимующих в 2014-15г (декабрь) рукокрылых в штольнях Самарской Луки

Штольня	Число особей						
	Ночница Наттерера	Усатая ночница	Ночница Брандта	Водяная ночница	Прудовая ночница	Бурый ушан	Северный кожанок
СХТ-I	63	1 036	24	108	25	136	106
СХТ-II	0	0	0	0	0	0	1
СХТ-III	6	7	0	5	2	6	4
СХТ-IV	25	83	190	38	42	43	8
СХТ-V	1	1	0	1	0	0	5
Бурлак	35	462	655	288	685	512	210
Верблюд	45	92	591	527	1 501	1245	89
Попова	550	5 818	9 567	1 037	1 248	1 968	527
Всего	725	7 499	11 027	2 004	3 503	3 910	950

Аналогичная ситуация наблюдается на зимовках 2015-2016 гг. в искусственных подземельях Самарской Луки (табл. 3). Самым многочисленным видом также является ночница Брандта. Далее следуют бурый ушан, прудовая ночница и водяная ночница. Малочисленными являются северный кожанок и ночница Наттерера.

В целом, на зимовках 2015-2016 гг. учтено меньше особей, чем на зимовках 2014-2015 гг. Однако общее снижение численности незначительное.

Таблица 3. Состав видов и численность зимующих в 2015-16 (декабрь) рукокрылых в штольнях Самарской Луки.

Штольня	Число особей						
	Ночница Наттерера	Усатая ночница	Ночница Брандта	Водяная ночница	Прудовая ночница	Бурый ушан	Северный кожанок
СХТ-I	54	1043	24	150	36	130	90
СХТ-II	0	0	0	0	0	0	0
СХТ-III	6	16	0	7	6	5	5
СХТ-IV	25	88	249	49	37	38	6
СХТ-V	0	4	0	1	0	3	3
Бурлак	56	422	776	474	902	604	229
Верблюд	46	71	464	699	1 298	1 117	115
Попова	490	4 369	10 264	1 145	985	1 793	418
Всего	677	6 013	11 777	2 525	3 264	3 690	866

4.2. Показатели и причины смертности летучих мышей на зимовках

За 2 года исследования были найдены 140 погибших летучих мышей, принадлежащие к 7 указанным выше видам семейства гладконосые. Из них в штольнях г. Попова собрано 88 трупов, Верблюд – 4, Бурлак – 31, СХТ-1 – 19. В 2014 году собрано 80 трупов, а в 2015 – 60 трупов. В штольнях СХТ-2, СХТ-3, СХТ-4 и СХТ-5 за эти годы мёртвых летучих мышей не найдено. В 2014 году не найдено также трупов в подземельях г. Верблюд.

Оценка уровня смертности показала, что в целом для всего зимующего населения он оказался относительно низким (рис. 5). В 2014 году уровень смертности была чуть выше, чем в 2015. Такой низкий показатель, как мы полагаем, не должен оказывать существенного влияния на состояние всего зимующего населения этих животных. Однако уровень смертности у отдельных видов оказался неоднозначным.

Анализ уровня смертности у отдельных видов показал, что в 2014 году самые наибольшие значения были характерны для северного кожанка и ночницы Наттерера. Эти виды на зимовках самые малочисленные (рис. 6). Далее в порядке снижения уровня смертности идут бурый ушан, водяная

ночница, усатая ночница и прудовая ночница. Самая низкая смертность выявлена у самого многочисленного вида, ночницы Брандта.

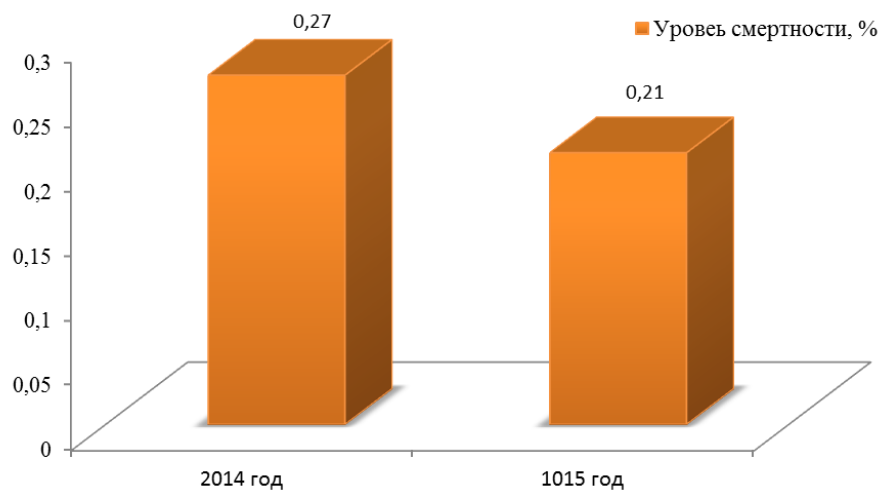


Рис. 5. Уровень смертности рукокрылых в 2014 и 2015 гг. в подземельях «Самарской Луки».

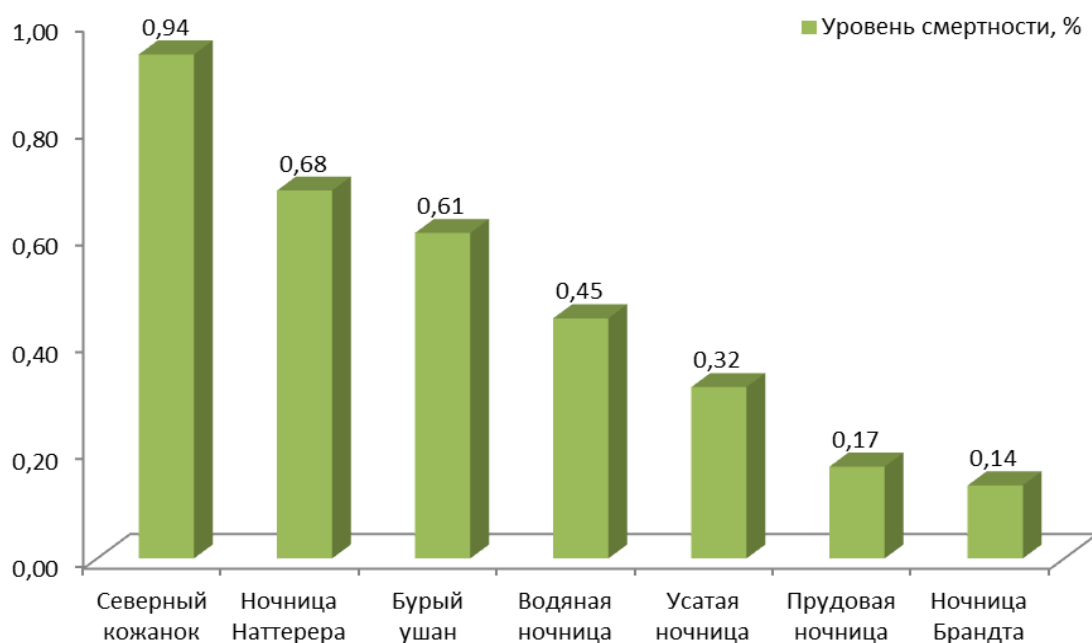


Рис. 6. Уровень смертности рукокрылых разных видов в 2014 году в подземельях «Самарской Луки».

Сходная ситуация наблюдалась и на зимовках в 2015 года (рис. 7). Самый высокий уровень смертности зафиксирован у самого малочисленного

вида, северного кожанка, а самый низкий – опять же таки у самого многочисленного вида, ночницы Брандта.

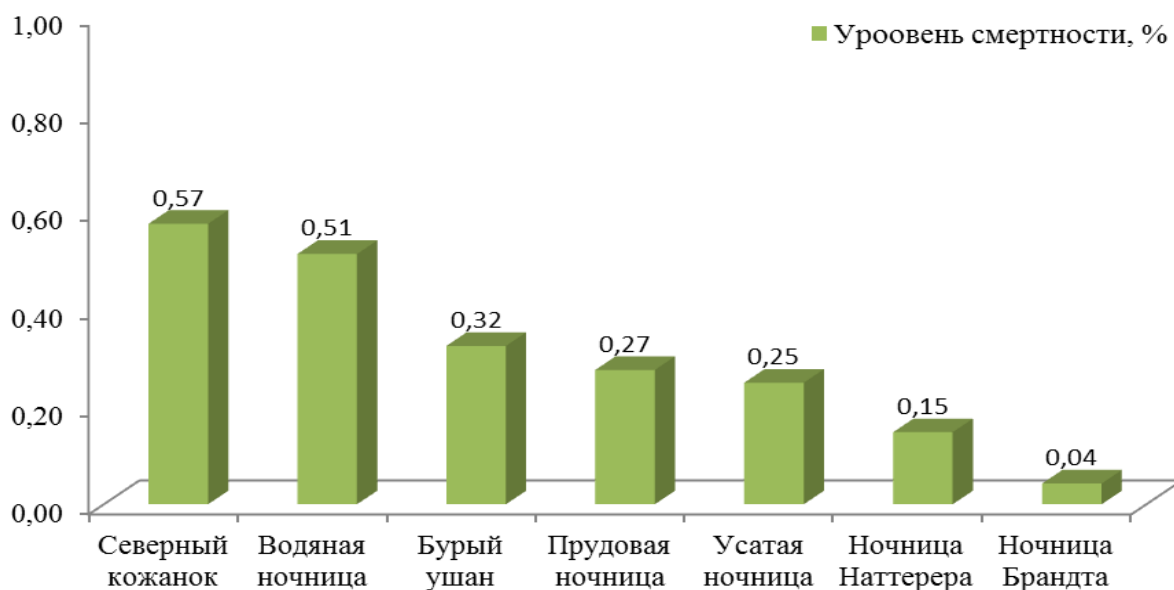


Рис. 7. Уровень смертности рукокрылых разных видов в 2015 году в подземельях «Самарской Луки».

Видовые показатели смертности различаются в зависимости от места исследования. Это вероятно обусловлено тем, что микроклимат отдельных мест зимовок может оказаться благоприятным для одних видов, а может быть угнетающим или даже летальным для других.

Уровень смертности видов в 2014 году в разных местах зимовки колеблется от 0 до 4% (рис. 8). Однако случаи, когда он превышает 1%, довольно редки. Самая высокая смертность отмечена у ночницы Брандта в штольне СХТ-1. Чуть ниже смертность наблюдалась у северного кожанка и водяной ночницы в штольнях Бурлак и СХТ-1, соответственно. У остальных видов она не превышала 1%. В штольне СХТ-1 не найдены погибшими северные кожанки, ночницы прудовая и Наттерера, бурые ушаны, а в штольне Бурлак также ночницы Наттерера.

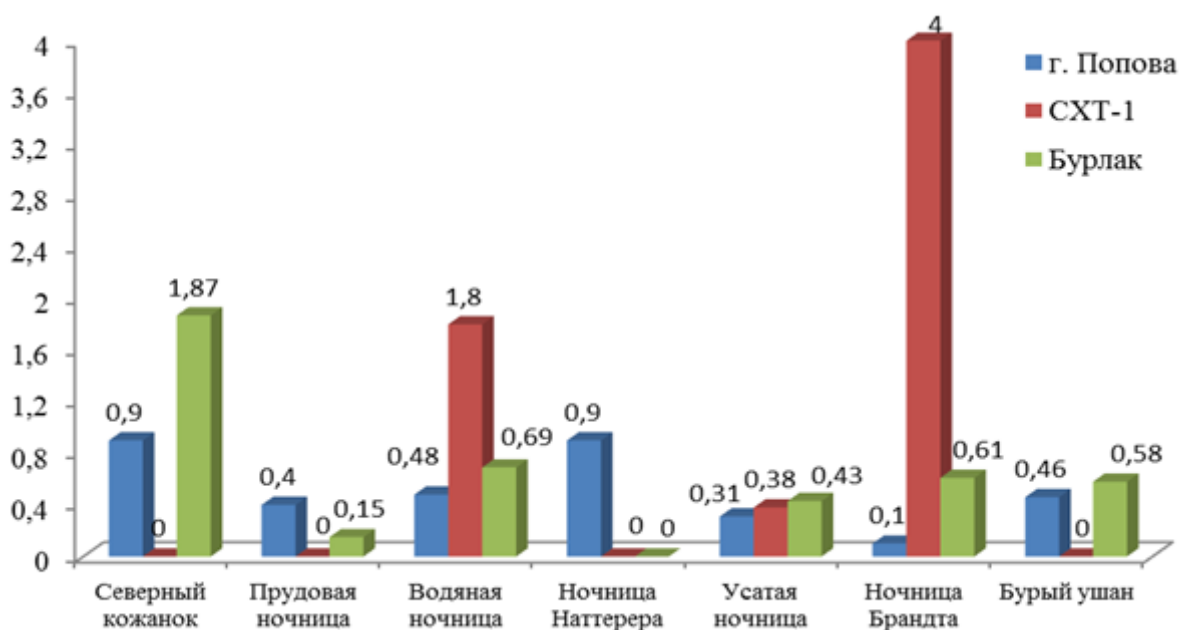


Рис. 8. Уровень смертности рукокрылых разных видов в 2014 году в штольнях г. Попова, Бурлак и СХТ-1.

Уровень смертности в 2015 году в целом оказался ниже и колебался от 0 до 1,92% (рис. 9). Наиболее высокая смертность, как и в 2014 г., отмечена в штольне СХТ-1 у ночниц водяной и Брандта, а также еще и у бурого ушана. Чуть ниже уровень смертности был у северного кожанка в штольнях г. Попова, прудовой ночницы в штольнях г. Бурлак и у усатой ночницы в СХТ-1. Самым низким уровнем смертности рукокрылых характерен для штольни Верблюд. Небольшая смертность здесь зафиксирована только у трёх видов рукокрылых: водяной ночницы, прудовой ночницы и бурого ушана. Вероятно, микроклимат здесь наиболее благоприятен для всех зимующих животных, особенно для северного кожанка, ночницы Наттерера, усатой ночницы и бурого ушана.

Изучение значений уровня смертности на протяжении зимнего периода показало, что в начале и в конце зимовки он неоднозначный. Так, смертность рукокрылых, оцененная для всех зимующих популяций в пределах исследованного региона, в конце зимнего периода оказалась немного выше, чем в начале (рис. 10). Исключение составляет лишь прудовая ночница.

Однако статистические отличия из-за очень малой смертности по отношению к большому числу зимующих особей оказались недостоверными. Следовательно, зимовка как фактор и ее продолжительность не оказывает существенного влияния на выживаемость зимующих популяций исследуемого региона в целом. Однако это нельзя сказать про популяции видов, зимующих в отдельно взятых подземельях.

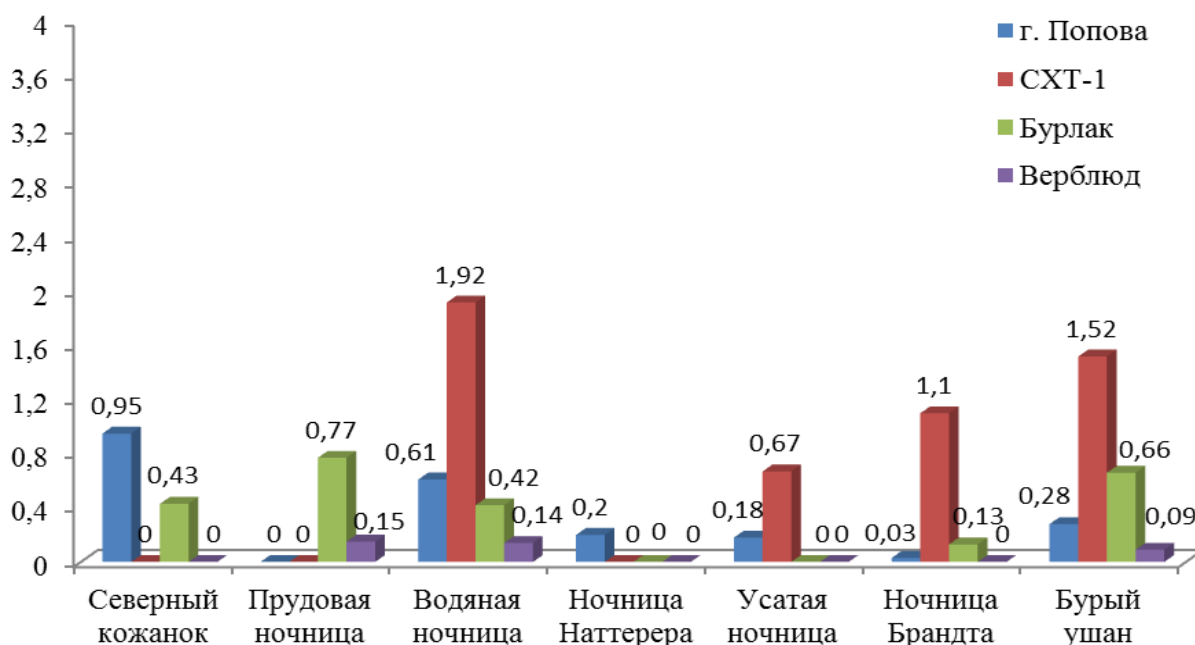


Рис. 9. Уровень смертности рукокрылых разных видов в 2015 году в штольнях г. Попова, Бурлак, Верблюд и СХТ-1.

Например, в штольне Попова в конце зимовки 2014-2015 года погибло 20 особей, в начале зимовки 2015-2016 года – 8 летучих мышей, что в целом показывает статистически достоверные различия ($\chi^2=5.14$, при $p<0.05$) (рис. 11). Количество погибших в начале зимовки у большинства видов ниже, чем к концу зимовки. В начале зимовки смертность не отмечена у северного кожанка и ночницы Наттерера, а у прудовой ночницы она не отмечена, как в начале, так и в конце зимовки.

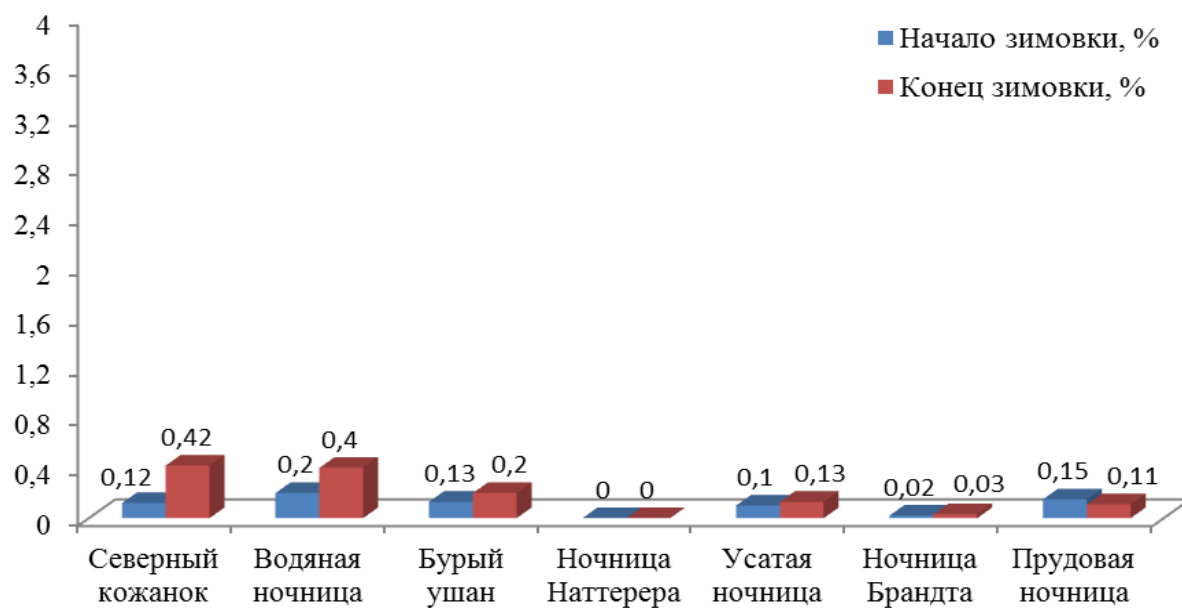


Рис. 10. Уровень смертности рукокрылых в подземельях «Самарской Луки» в конце зимовки 2014 года и начале зимовки 2015 года.

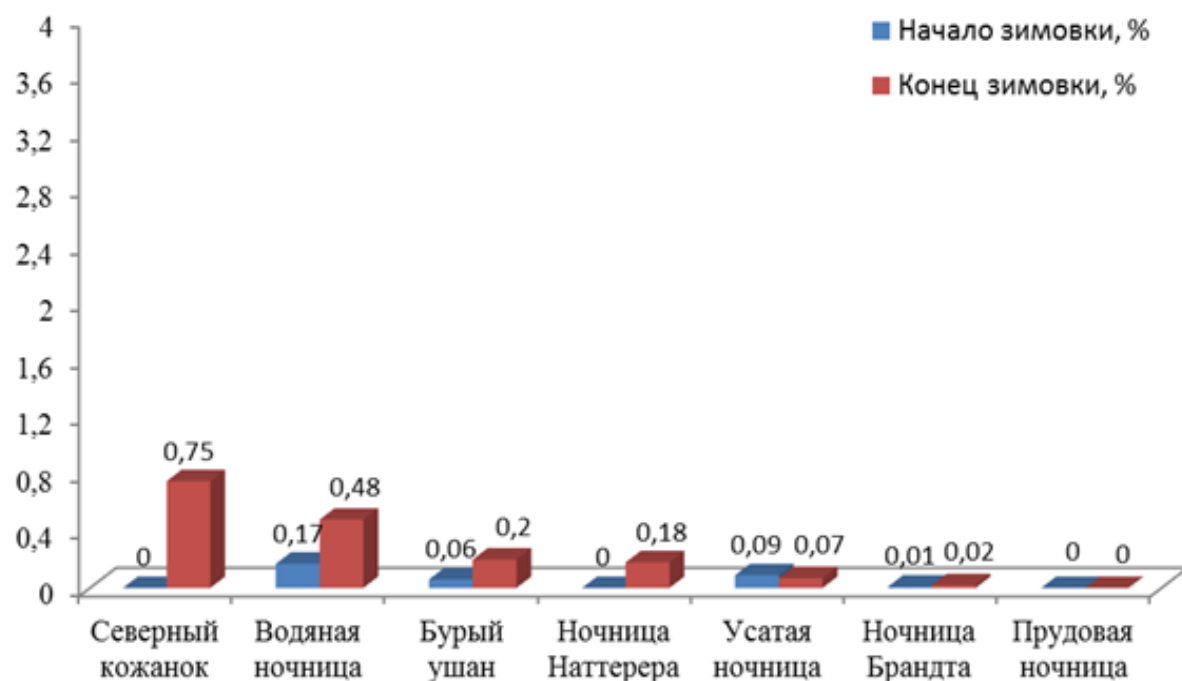


Рис. 11. Уровень смертности рукокрылых в штольнях г. Попова в конце зимовки 2014 года и начале зимовки 2015 года.

Аналогичные ситуации наблюдаются и в штольнях СХТ-1 и Верблюд (рис. 12,13). В штольне СХТ-1 смертность водяной ночницы, бурого ушана и

усатой ночницы и ночницы Брандта в конце зимовки значительно превышает смертность в начале зимовки. У северного кожанка, ночницы Наттерера и прудовой ночницы смертность не зафиксирована. В штольнях г. Верблюд исключение составляют прудовая ночница. Смертность у неё отмечена только в начале зимовки.

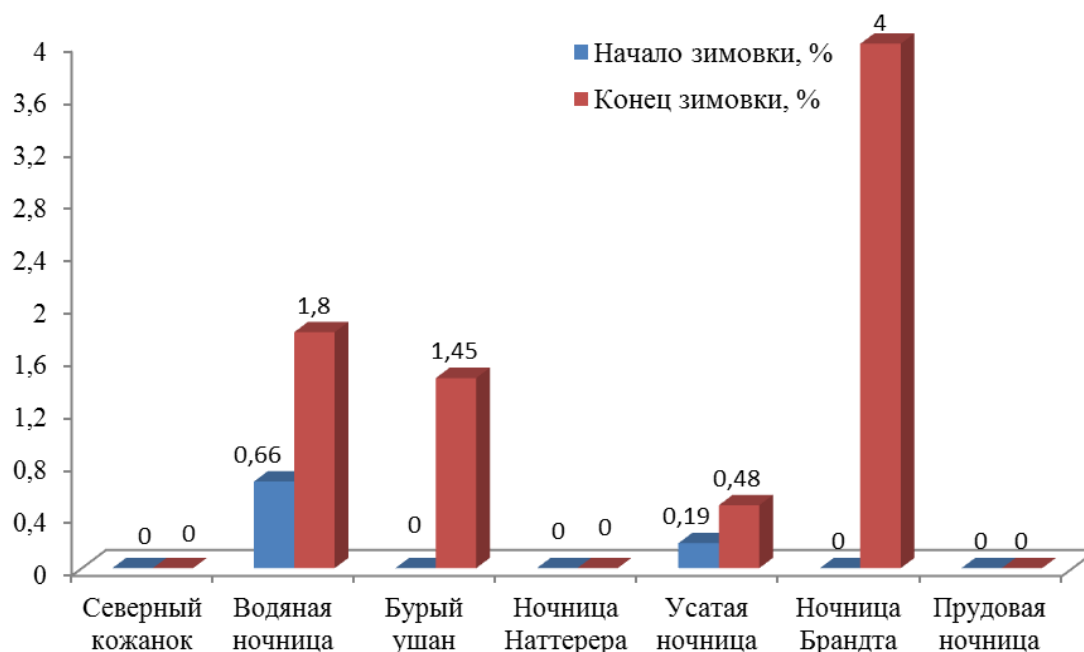


Рис. 12. Уровень смертности рукокрылых в штольнях СХТ-1 в конце зимовки 2014 года и начале зимовки 2015 года.

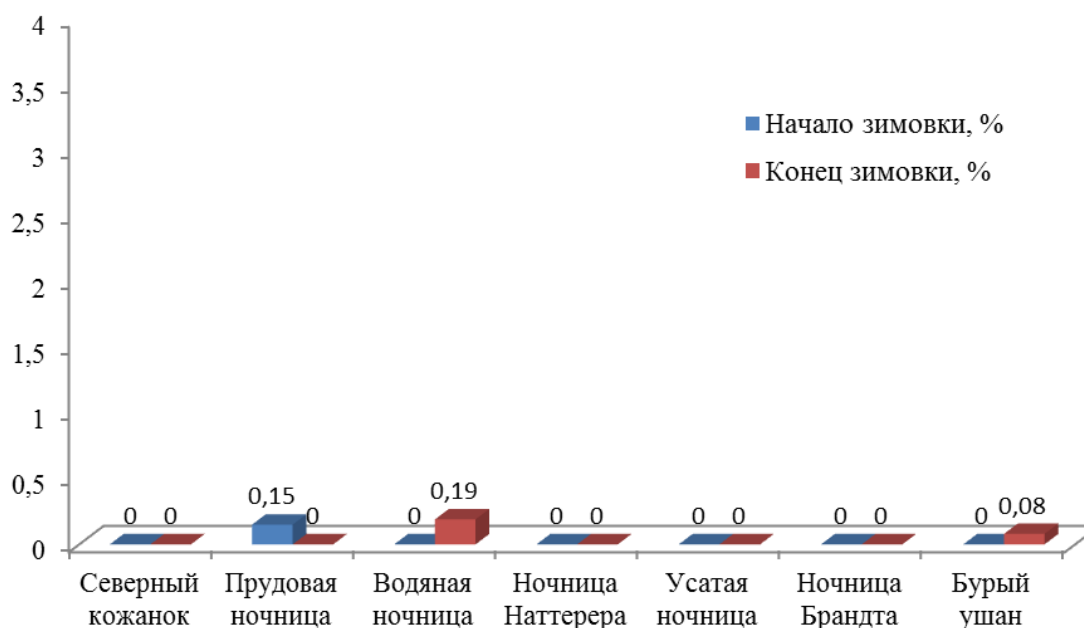


Рис. 13 Уровень смертности рукокрылых в штольнях г. Верблюд в конце зимовки 2014 года и начале зимовки 2015 года.

Однако в штольнях г. Бурлак складывается практически противоположная ситуация (рис. 14). Выявленная ранее тенденция прослеживается только у прудовой ночницы. Нарушения, возможно, вызваны тем, что вблизи этого места зимовки до сих пор ведутся взрывные работы, что вызывает дискомфорт у зверьков.

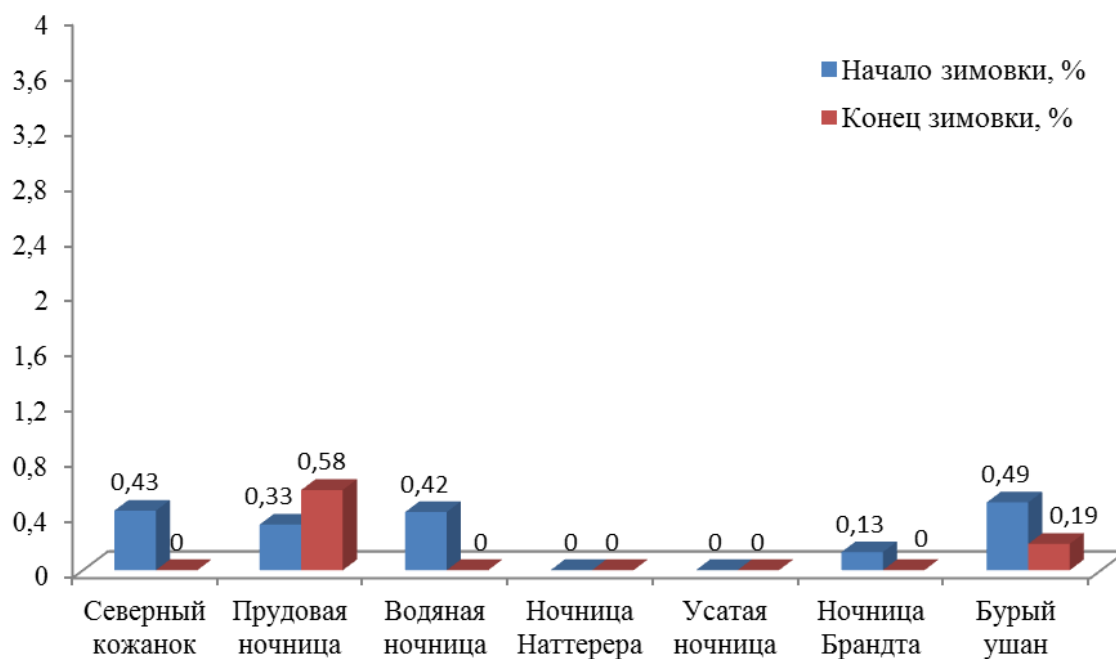


Рис. 14. Уровень смертности рукокрылых в штольнях г. Бурлак в конце зимовки 2014 года и начале зимовки 2015 года.

4.3. Причины смертности летучих мышей на зимовках

Причинами смертности рукокрылых на зимовки может быть целый комплекс факторов. Наиболее вероятная из них – это частое пробуждение во время зимнего периода. Предполагается, что многие летучие мыши умирают в штольнях, когда увеличивается частота пробуждений и возрастает активность, потому что это уменьшает количество жировых запасов. В это время, прогрессирующее ухудшение состояния организма (из-за истощения жировых резервов) может также способствовать увеличению смертности. Это может быть связано с ослаблением зверьков и общим ухудшением физического состояния (например, по причине прогрессирующей болезни).

Повышение смертности в начале периодов исследований можно объяснить тем, что некоторые из первых прибывших на зимовки в штольни зверьков уже изначально оказываются физически слабыми по причине, например, болезни или в связи с недостатком накопленных энергетических запасов. Также, вполне возможно, что более высокие энергетические издержки при переходе к спячке коррелируют с температурой окружающей среды и снижают жизнеспособность ослабленных или больных животных.

Другой причиной смертности рукокрылых могут быть паразитарные заболевания. Например, некоторые зверьки за время зимней спячки могут быть поражены грибом, который резко снижает иммунитет и приводит к летальному исходу. С целью выявления подобных случаев заражения нами проводился подробный осмотр животных отдельно в начале и в конце зимовки.

Во время учетов, проведенных в ноябре, из нескольких тысяч осмотренных животных была обнаружена только одна летучая мышь с признаками грибкового поражения (рис. 15). Внешний осмотр грибка показал, что он не является *Pseudogymnoascus destructans*, который вызывает опасный Синдром белого носа, приводящий к смертности рукокрылых на зимовках. Однако, как известно, *P. destructans* проявляется у спящих животных не в начале, а чаще в конце зимнего периода. К этому времени у неподвижных животных он успевает прорасти, стать заметным и привести к поражению организма. Для его обнаружения нами проведен повторный осмотр зверьков в марте, однако грибка на теле спящих животных обнаружено не было. Так как нами зафиксирован всего лишь единственный случай заражения грибом, мы можем констатировать, что те штаммы грибов, которые встречаются на теле зимующих зверьков, не являются причиной их смерти на зимовках в условиях Самарской Луки.

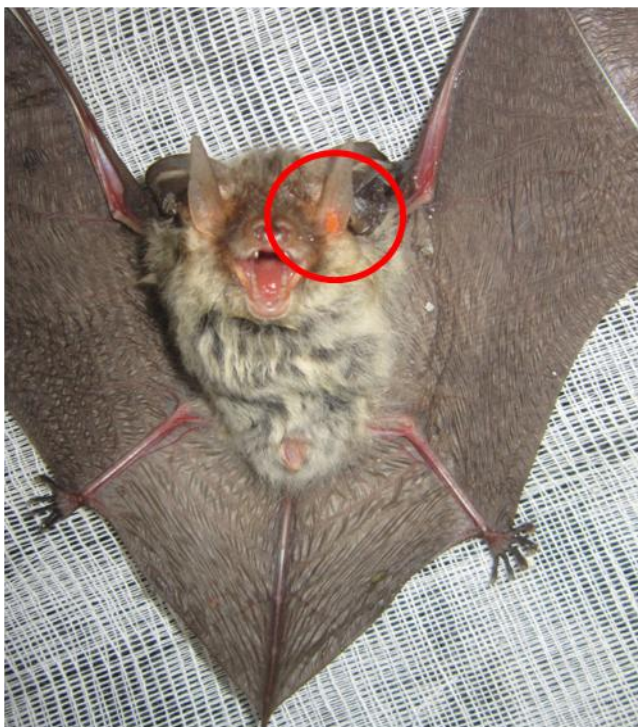


Рис 15. Бурый ушан, пораженный грибком.

Мы приняли гипотезу, что на уровень смертности оказывают влияние микроклиматические характеристики мест зимовки. Выявлялась зависимость между смертностью летучих мышей, зимующих в штольнях г. Попова, и температурой и влажностью в залах. Однако проведенный регрессионный анализ не выявил такой зависимости. Коэффициент множественной корреляции не превышает 6% (табл. 4)

Таблица 4. Коэффициент множественной корреляции (R), полученный в ходе регрессионного анализа, для разных видов рукокрылых, зимующих в штольнях г. Попова.

Вид	R
Прудовая ночница	—
Водяная ночница	0,03
Бурый ушан	0,04
Ночница Наттерера	0,04
Ночница Брандта	0,05
Северный кожанок	0,05
Усатая ночница	0,06

Наконец, на величину смертности рукокрылых могут оказывать влияние различные травмы, полученные как во время активного периода жизни, так и во время зимовки. Во время зимних учетов нами были неоднократно обнаружены такие особи с сильными повреждениями и травмами тела (рис. 16).



Рис.16. Летучие мыши с повреждениями и травмами.

Нередко встречались зверьки, зараженные эктопаразитами, например, коллемболами. Сами по себе, эктопаразиты не могут служить причиной гибели, однако они беспокоят летучих мышей, вследствие чего зверьки чаще просыпаются, а соответственно, расходуются их жировые запасы.

Одной из причин смертности на зимовках рукокрылых Самарской Луки может являться хищничество, например, лисиц. Следы пребывания этих животных неоднократно были обнаружены в пещерах во время зимних

учетов. Лисы могут снимать со стен низко расположенных летучих мышей и поедать их в массовом количестве.

ГЛАВА 5

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ШКОЛЕ

Исследования, проведённые в данной работе, могут быть применены при изучении курса биологии в общеобразовательной школе.

Школьный предмет биологии, как предмет естественного цикла, предоставляет широкие возможности использования элементов исследовательской деятельности учащимися средней школы в урочное и внеурочное время. Одной из форм деятельности учащихся является написание и научно-исследовательских проектов. Эти проекты могут представлять собой теоретическое исследование, выполненное традиционно в форме реферата по данной теме, или практическую работу с элементами собственных наблюдений, описаний, опытов и их анализа.

Основной задачей педагога при организации исследовательской работы учащихся является формирование у обучаемых представления о науке, развитие познавательной активности, интеллектуальных и творческих способностей.

Изучение таких интересных и загадочных животных, как летучие мыши, окажется увлекательным для школьников.

В рамках научно-исследовательской работы школьникам могут быть предложены следующие темы:

1. Изучение видового состава летучих мышей, зимующих в условиях искусственных подземелий Самарской Луки;
2. Изучение образа жизни рукокрылых Самарской Луки;
3. Изучение причин смертности летучих мышей на зимовках;
4. Изучение уровня смертности рукокрылых, зимующих в искусственных условиях подземелий Самарской Луки.

Данные темы могут быть предложены ученикам при изучении курсов «Животные» в 7 классе и «Введение в общую биологию и экологию» в 9 классе.

Для сбора данных по предложенным темам можно организовать экскурсию в национальный парк Самарская Лука. Конечно, организовать экскурсию и работу в самих штольнях для группы учеников не получится. В пещерах нередко встречаются места, опасные для здоровья и жизни, к тому же, беспокойство летучих мышей в период спячки крайне нежелательно, так как может привести к просыпаниям и гибели зверьков.

Однако, в национальном парке предлагается несколько интересных маршрутов. Во время экскурсий ученики познакомятся с видами животных и растений, характерных для данной территории. Этот материал может быть использован как на уроках биологии, так и в научно-исследовательской деятельности школьников. Для сбора материала, необходимого при работе по предложенным темам, может быть организована экскурсия в информационный центр «Музей летучей мыши». Он открылся совсем недавно, в конце ноября 2015 года. Эта экскурсия позволит школьникам познакомиться с видовым составом зимующих в местных штольнях рукокрылых, познакомиться с их образом жизни, не нанося животным ущерба.

Если организация экскурсии невозможна, то руководитель (учитель) предоставляет школьникам список литературы, либо сам дает необходимый материал для работы по теме. Данные о численности рукокрылых предоставляются самим руководителем.

Для изучения могут быть предложены, например, следующие статьи:

1. Смирнов Д.Г., Вехник В.П. 2011. Численность и структура сообществ рукокрылых, зимующих в искусственных подземельях Самарской Луки. – Экология, 2011(1): 64-72.

2. Ильин В.Ю., Вехник В.П., Смирнов Д.Г., Курмаева Н.М., Золина Н.Ф., Матросова О.М. 1999. Динамика численности рукокрылых на зимовках в подземельях Самарской Луки за 20-летний период. - Экология, №6: 464-467.

3. Смирнов Д.Г., Курмаева Н.М., Вехник В.П. 1999. Динамика численности и пространственное распределение зимующих рукокрылых (Chiroptera: Vespertilionidae) в одной из штолен Самарской Луки. - Plecotus et al., 2: 67-78.

Результаты исследований могут быть представлены как на уроках, так и на конференциях различного уровня.

ВЫВОДЫ

1. За период исследования учтено 58430 особей, относящихся к 7 видам рукокрылых. По количеству учтенных особей на зимовках лидирующее положение занимает ночница Брандта, далее в порядке убывания численности следуют усатая ночница, бурый ушан, прудовая ночница и водяная ночница. Относительно малочисленными являются северный кожанок и ночница Наттерера.

2. Оценка уровня смертности показала, что для всего зимующего населения в целом он относительно низкий и не превышает 0.3%. Такой низкий показатель не должен оказывать существенного влияния на состояние всего зимующего населения этих животных.

3. Наиболее высокая смертность отмечена у северного кожанка, который характеризуется как малочисленный вид, а самая низкая смертность – у лидирующего по численности ночницы Брандта.

4. За период исследований самый высокий уровень смертности отмечен в штольнях СХТ-1 и Бурлак. Наиболее низкая смертность зарегистрирована в штольнях Попова и Верблюд. Вовсе не отмечено погибших в штольнях СХТ-2, СХТ-3, СХТ-4 и СХТ-5.

5. Оценка смертности в разные периоды зимовки показала, что практически во всех пещерах и почти для всех видов смертность в конце зимовки немного выше, чем в её начале. Это объясняется нехваткой жировых запасов, истощением организма к концу зимовки.

6. К вероятным причинам смертности в начале зимовки может быть отнесена общая физическая ослабленность животных. Причинами смертности могут являться болезни, паразиты, хищники и различного рода травмы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Aguirre LF., Herrel A., Van Damme R., Matthysen E., 2003. The implications of food hardness for diet in bats// *Funct Ecol.* № 17. P. 201–212;
2. Bisping W., Amtsberg G., 1988. *Colour Atlas for the Diagnosis of Bacterial Pathogens in Animals*// Paul Parey Scientific Publishers. Berlin, Hamburg;
3. Bouma HR., Carey HV., Kroese FGM., 2010. Hibernation: the immune system at rest?// *Journal of Leukocyte Biology.* № 88. P. 619–624;
4. Brenner DJ, Krieg NR, Staley JT., 2005. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*// 2nd Edition. Springer, New York;
5. Christe P., Arlettaz R., Vogel P., 2000. Variation of intensity of a parasitic mite (*Spinturnix myoti*) in relation to the reproductive cycle and immunocompetence of its bat host (*Myotis myotis*)// *Ecol Lett.* № 3. P. 207–212;
6. Christe P., Glaizot O., Evanno G., Bruyndonckx N., Devevey G., et al. 2007. Host sex and ectoparasites choice: preference for, and higher survival on female host// *J. Anim. Ecol.* Vol.76. P. 703–710;
7. Chua KB., Koh CL., Hooi PS., Wee KF., Khong JH., et al. 2002. Isolation of Nipah virus from Malaysian Island flying-foxes// *Microbes Infect.* № 4. P. 145–151;
8. Ciechanowsky M., Zajac T., Zielinska A., Dunajski R. 2010. Seasonal activity patterns of seven vespertilionid bat species in Polish lowlands// *Acta. Theriol.* № 55. P. 301–314;
9. Dacheux L., Larrous F., Mailles A., Boisseleau D., Delmas O., et al. 2009. European bat lyssavirus transmission among cats, Europe// *Emerg. Infect. Dis.* Vol.15. № 2. P. 280–284;

10. Daffner B. 2001. Causes of morbidity and mortality in British bat species and prevalence of selected zoonotic pathogens// Thesis for MSc in Wild Animal Health, University of London;
11. de Souza Luna LK., Heiser V., Regamey N., Panning M., Drexler JF., et al. 2007. Generic detection of coronaviruses and differentiation at the prototype strain level by reverse transcription PCR and nonfluorescent low-density microarray// J. Clin. Microbiol. №45. P. 1049–1052;
12. Duignan P., Horner G., O’Keefe J. 2003. Infectious and emerging diseases of bats, and health status of bats in New Zealand// Surveillance. № 30. P. 15–18;
13. Evans NJ., Bown K., Timofte D., Simpson VR., Birtles RJ. 2009. Fatal borreliosis in bat caused by relapsing fever spirochete, United Kingdom// Emerg. Infect. Dis. № 15. Vol. 8. P. 1331–1333;
14. Feldhamer GA., Carter TC., Whitaker JO. 2009. Prey consumed by eight species of insectivorous bats from Southern Illinois// Am. Midl. Nat. № 162. P. 43–51;
15. Freuling C., Beer M., Conraths FJ., Finke S., Hoffmann B., et al. 2011. Novel lyssavirus in Natterer’s bat, Germany// Emerg. Infect. Dis. Vol. 17. № 8. P. 1519–1522;
16. Freuling C., Grossmann E., Conraths F., Schameitat A., Kliemt J., et al. 2008. First isolation of EBLV-2 in Germany// Vet. Microbiol. № 131. P. 26–34;
17. George DB, Webb CT, Farnsworth ML, O’Shea TJ, Bowen RA, et al. 2011 Host and viral ecology determine bat rabies seasonality and maintenance. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. Vol. 108. № 25. P. 10208–10213;
18. Gloza-Rausch F., Ipsen A., Seebens A., Gottsche M., Panning M., et al. 2008. Detection and prevalence patterns of group I coronaviruses in bats, northern Germany// Emerg. Infect. Dis. Vol. 14. № 4. P 626–631;

19. Hajkova P., Pikula J. 2007. Veterinary treatment of evening bats (Vespertilionidae) in the Czech Republic// Vet. Rec. Vol. 161. № 4. P. 139–140;
20. Halpin K., Young PL., Field HE., Mackenzie JS. 2000. Isolation of Hendra virus from pteropid bats: a natural reservoir of Hendra virus// J. Gen. Virol. Vol 81. № 8. P. 1927–1932;
21. Harris SL., Brookes SM., Jones G., Hutson AM., Racey PA., et al. 2006. European bat lyssaviruses: distribution, prevalence and implications for conservation// Biol. Conserv. Vol. 131. P. 193–210;
22. Hart BL (1992) Behavioral adaptations to parasites: an ethological approach// J. Parasitol. Vol. 78. № 2. P. 256–265;1
23. Johnson N., Vos A., Freuling C., Tordo N., Fooks AR., et al. 2010. Human rabies due to lyssavirus infection of bat origin// Vet. Microbiol. Vol. 142. P. 151–159;
24. Johnson PTJ., Dobson A., Lafferty KD., Marcogliese DJ., Memmott J., et al. 2010. When parasites become prey: ecological and epidemiological significance of eating parasites// Trends Ecol. Evol. Vol. 25. № 6. P. 362–371;
25. Klempa B., Fichet-Calvet E., Lecompte E., Auste B., Aniskin V., et al. 2006. Hantavirus in African wood mouse, Guinea// Emerg. Infect. Dis. Vol 12. № 5. P. 838–840;
26. Kunz T.H., de Torrez E.B., Bauer D., Lobova T., Fleming T.H. 2011. Ecosystem services provided by bats// Ann. N. Y. Acad. Sci. Vol.1223 P. 1–38;
27. Kuzmin I.V., Bozick B., Guagliardo S.A., Kunkel R., Shak J.R., et al. 2011. Bats, emerging infectious diseases, and the rabies paradigm revisited// Emerging Health Threats Journal. Vol 4. №1;

28. Kuzmin I.V., Rupprecht C.E. 2007. Bat rabies. In: Jackson A.C., Wunner W., eds. Rabies// 2nd Edition Academic Press, New York. P. 259–307;
29. Leroy E.M., Kumulungui B., Pourrut X., Rouquet P., Hassanin A., et al. 2005. Fruit bats as reservoirs of Ebola virus// Nature. Vol. 438. P. 575–576;
30. Li W., Shi Z., Yu M., Ren W., Smith C., et al. 2005. Bats are natural reservoirs of SARS-like coronaviruses// Science. Vol. 310. P. 676–679;
31. Lucan R.K. 2006. Relationships between the parasitic mite *Spinturnix andegavinus* (Acari: Spinturnicidae) and its bat host, *Myotis daubentonii* (Chiroptera: Vespertilionidae): seasonal, sex- and age-related variation in infestation and possible impact of the parasite on the host condition and roosting behavior// Folia Parasitol. Vol. 53. № 2. P. 147–152;
32. Martinkova N., Backor P., Bartonicka T., Blazkova P., Cervený J., et al. 2010. Increasing incidence of *Geomyces destructans* fungus in bats from the Czech Republic and Slovakia// PLoS ONE. Vol. 5;
33. Mickleburgh S.P., Hutson A.M., Racey P.A. 2002. A review of the global conservation status of bats// Oryx Vol. 36 № 1. P. 18–34;
34. Muhldorfer K., Schwarz S., Fickel J., Wibbelt G., Speck S. 2011. Genetic diversity of *Pasteurella* species isolated from European vespertilionid bats// Vet. Microbiol. Vol. 149. P. 163–171;
35. Muhldorfer K., Speck S., Wibbelt G. 2011. Diseases in free-ranging bats from Germany// BMC Vet. Res. Vol 7. P. 61;
36. Muhldorfer K., Wibbelt G., Haensel J., Riehm J., Speck S. 2010. *Yersinia* species isolated from bats, Germany// Emerg. Infect. Dis. Vol. 16. № 3. P. 578–580;

37. Muller T., Johnson N., Freuling C.M., Fooks A.S., Selhorst T., et al. 2007. Epidemiology of bat rabies in Germany// Arch. Virol. № 152. P. 273–288;
38. Patterson B.D., Dick C.W., Dittmar K. 2007. Roosting habits of bats affect their parasitism by bat flies (Diptera: Streblidae)// J. Trop. Ecol. № 23. P. 177–189;
39. Plowright R.K., Field H.E., Smith C., Divljan A., Palmer C., et al. 2008. Reproduction and nutritional stress are risk factors for Hendra virus infection in little red flying foxes (*Pteropus scapulatus*)// Proc. Biol. Sci. Vol. 275. P. 861–869;
40. Puechmaille S.J., Verdeyroux P., Fuller H., Ar Gouilh M., Bekaert M., et al. 2010. White-nose syndrome fungus (*Geomyces destructans*) in bat, France// Emerg. Infect. Dis. Vol. 16. № 2. P. 290–293;
41. Puechmaille S.J., Wibbelt G., Korn V., Fuller H., Forget F., et al. (2011) Pan-European distribution of White-nose syndrome fungus (*Geomyces destructans*) not associated with mass mortality// PLoS ONE. Vol. 6.
42. Rihtaric D., Hostnik P., Steyer A., Grom J., Toplak I. 2010 Identification of SARS-like coronavirus in horseshoe bats (*Rhinolophus hipposideros*) in Slovenia// Arch. Virol. Vol. 155. № 4. P. 507–514;
43. Sanchez-Seco M.P., Rosario D., Domingo C., Hernandez L., Valdes K., et al. 2005. Generic RT-nested-PCR for detection of flaviviruses using degenerated primers and internal control followed by sequencing for specific identification// J. Virol. Methods. Vol. 126. P. 101–109;
44. Schipper J., Chanson J.S., Chiozza F., Cox N.A, Hoffmann M., et al. 2008. The status of the world's land and marine mammals: diversity, threat and knowledge// Science. Vol. 322. P. 225–230;
45. Simpson V.R. 2000. Veterinary advances in the investigation of wildlife diseases in Britain// Res. Vet. Sci. № 69. P. 11–16;

46. Sonntag M., Muhldorfer K., Speck S., Wibbelt G., Kurth A. 2009. New adenovirus in bats, Germany// *Emerg. Infect. Dis.* Vol. 15. № 12. P. 2052–2055;
47. Talan D.A., Citron D.M., Abrahamian F.M., Moran G.J., Goldstein E.J.C. 1999. Bacteriologic analysis of infected dog and cat bites// *N. Engl. J. Med.* Vol. 340. № 2. P. 85–92;
48. ter Hofstede H.M., Fenton M.B. 2005. Relationships between roost preferences, ectoparasite density, and grooming behaviour of neotropical bats// *J. Zool. Lond.* № 266. P. 333–340;
49. Towner J.S., Amman B.R., Sealy T.K., Carroll S.A.R., Comer J.A., et al. (2009) Isolation of genetically diverse Marburg viruses from Egyptian fruit bats// *PLoS Pathog.* Vol. 5. № 7
50. Turner, G.G. and Reeder, D.M. 2009. Update of White Nose Syndrome in bats// *Bat Res. News* № 50. P. 47–53;
51. Wibbelt G., Kurth A., Hellmann D., Weishaar M., Barlow A., et al. (2010) White-Nose Syndrome fungus (*Geomyces destructans*) in bats, Europe// *Emerg. Infect. Dis* Vol. 16. № 8. P. 1237–1242;
52. Wibbelt G., Kurth A., Yasmum N., Bannert M., Nagel S., et al. 2007. Discovery of herpesviruses in bats// *J. Gen. Virol.* Vol. 88. № 10. P. 2651–2655;
53. Wibbelt G., Moore M.S., Schountz T., Voigt C.C. 2010. Emerging diseases in Chiroptera: why bats?// *Biol. Lett.* Vol. 6. № 4. P. 438–440;
54. Wibbelt G., Speck S., Field H. 2009. Methods for assessing diseases in bats. In: Kunz TH, Parsons S, eds. *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats*// 2nd Edition The Johns Hopkins University Press. P. 775–794;
55. Wong S., Lau S., Woo P., Yuen K-Y. 2007. Bats as a continuing source of emerging infections in humans// *Rev. Med. Virol.* Vol. 17 № 2. P. 67–91;

56. www.batcon.org;
57. www.whitenosesyndrome.org.
58. Zahn A., Rupp D., 2004. Ectoparasite load in European vespertilionid bats// J. Zool. Lond. № 262: 383–39;.
59. Zúkal J., Bandouchová H., Brichta J., Čmuková A., Jaron K.S., et al. 2016. White-nose syndrome without borders: *Pseudogymnoascus destructans* infection tolerated in Europe and Palearctic Asia but not in North America// Sci.Rep. № 6. P.1-13

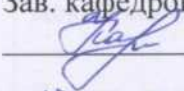
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет
физико-математических
и естественных наук

Кафедра
«Общая биология и биохимия»

Направление подготовки
44.03.01 Педагогическое образование
Профиль подготовки «Биология»

Утверждаю:
Зав. кафедрой
 Г.А. Карпова
« 17 » 11 2015 г.

ЗАДАНИЕ

По ВКР студентки Протасовой Ольги Валерьевны

Тема работы «Смертность рукокрылых на зимовках в условиях искусственных подземелий Самарской Луки»

Утверждена приказом по Университету от « 30 » 10 2015 г. № 1166/0

Срок сдачи студентом законченной работы « 23 » 05 2016 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ВКР

№ п/п	Перечень подлежащих разработке вопросов:	Сроки выполнения этапов	Примечания
1.	Изучение литературы и написание главы, посвященной местам зимовок рукокрылых на территории Самарской Луки.	Ноябрь-декабрь 2015 г	
2.	Экспедиционный выезд в места массовых зимовок рукокрылых, расположенных в районе Самарской Луки.	Ноябрь-декабрь 2015 г.	
3.	Подготовка главы «Материалы и методы».	Декабрь 2015 г.	
4.	Написание главы «Численность рукокрылых и их показатель смертности в местах массовых зимовок».	Январь-апрель 2016 г.	

Дата выдачи задания « 16 » 11 20 15 г.

Руководитель  Д.Г. Смирнов

Задание принял к исполнению 