Московская школа на Юго-Западе № 1543

Кафедра биологии

Форезия клещей на жесткокрылых в окрестностях поселка Борок Ярославской области

Работу выполнил:

Николай Кнорре (9Б)

Научный руководитель:

Петр Николаевич Петров

Москва 2021

Введение

Жесткокрылые или жуки — отряд насекомых, который является на данный момент самым большим по числу описанных видов и содержит примерно 40% всех известных науке насекомых. Важным отличительным признаком для жуков являются жесткие надкрылья, вдобавок они полностью покрыты твердым экзоскелетом, что делает их очень прочными и невосприимчивыми ко многим опасностям.

Клещи, в свою очередь, являются самой богатой видами группой паукообразных: в настоящее время описано более 54 тысяч видов. Своего разнообразия клещи добились за счет очень маленького размера, что позволило им освоить большое количество сред обитания, будь то трупы животных или кожа человека. Также они могут временно обитать на представителях разных видов членистоногих, например пчелах, жуках или стрекозах, используя их для расселения. Такой тип взаимодействия называется форезия (от греческого "форео" — "носить") — кратковременное использование одного организма другим для передвижения в качестве транспортного средства (Лобанов, 2004).

Клещи могут путешествовать не на всех жуках: для качественной форезии жук должен часто бывать в местах большого скопления двукрылых, потому что клещи, форезирующие на жуках, обычно питаются яйцами или личинками двукрылых. Размер жука не очень важен клещи могут форезировать на жуках от 1 мм

Для жуков-мертвоедов (Silphidae) возить на себе клещей, является одним из способов уменьшения конкуренции для своего потомства. Клещи, на ряду с самими жуками, едят яйца двукрылых — главных конкурентов для мертвоедов в трупе, тем самым обеспечивая потомству жуков спокойное развитие. (Phillips, 2004). При этом клещи не оказывают отрицательного влияния на жуков, при условии, что количество клещей на одной особи жука не превышает некоторого естественного порога. Для жуков навозников (Geotrupidae), так же характерно быть транспортом для клещей. Как и мертвоедам, им не хватает сил, чтобы справиться с новоприбывшими мухами, а клещи уничтожают кладки яиц.

Дейтонимфы клещей, то есть нимфальная фаза развития, развиваются в выводковых камерах и вылетают вместе с тем жуком, на которого они успеют залезть после развития. Большая часть клещей успевает съесть личинок мух, размножиться и улететь с тем же жуком, с которым они прилетели или на другом жуке того же поколения. Те дейтонимфы, которые не попали ни на одного жука, остаются ждать, пока вылетит новое поколение, но таких клещей всего 14% (Schwarz, Müller, 1992).

При нахождении трупа животного, мертвоед закапывает его, чтобы прилетевшие мухи не успели отложить туда яйца. Если труп удалось закапать достаточно глубоко, то личинки мух не представляют проблем для личинок мертвоедов: они просто туда не доберутся. Но если труп оказывается, зарыт неглубоко, то тут наличие или отсутствие клещей начинает играть решающую роль. Без клещей личинки мух разовьются быстрее личинок мертвоедов и навредят им. Но если клещи прилетели вместе с жуком, они съедают личинок мух и тем самым спасут новое поколение мертвоедов. Следовательно, клещи полезны тогда, когда труп закопан не глубоко (Walter, Proctor, 2013).

В этой работе я исследовал, как паразитифорные клещи *Poecilochirus* sp. и другие клещи не определенные мною *(*Canestrini, 1882*)* форезируют на жуках таких семейств как мертвоеды (Silphidae), навозники (Geotrupidae) и жужелицы (Carabidae) (Бей-Биенко, 1965)

Сборы материала проводились на территории и в окрестностях стационара «Сунога» при Институте биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. Вокруг института был построен поселок Борок , в нескольких километрах к югу от которого располагается стационар (рис.1, 2).

Рис. 1. Местоположение поселка Борок на карте, и крупные города рядом. Изображение с сайта «ibiw.ru

Рис. 2. Местоположение стационара Сунога относительно поселка Борок. Красный круг — поселок Борок, Желтый — стационар «Сунога». Изображение с сайта www.yandex.ru

Цель работы:

Изучить состав и численность клещей, форезируемых жесткокрылыми на территории и в окрестностях стационара «Сунога» Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН.

Задачи:

1) Определить видовой состав жуков, на которых были обнаружены клещи.

2) Оценить встречаемость и численность клещей на жуках разных видов

3) Проанализировать возможную связь между видом и размером жука и количеством форезирующих на нем клещей.

Материалы и методы

Сборы материала проводились с 30 июня по 5 июля 2021 г. в Ярославской обл. Некоузский р-н, окрестности пос. Борок. Была использована ловушки Барбера: в выкопанную в земле ямку вставляли два пластиковых стаканчика (стаканчики разного цвета, объемом 200 мл диаметром, 70 мм, 1 слой), далее ловушку укрепляли за счет земли и в конце вытаскивали верхний стаканчик, для того чтобы в нижнем стаканчике было меньше земли. В стаканчик помещали различную приманку, такую как тушеная говядина с прокисшим молоком и одним дождевым червем, куриный фарш и кусок сырой свинины (рис. 4). Всего ловушек было примерно 20 штук, но некоторые из них были съедены каким-то животным (предположительно кошкам). (рис. 3).

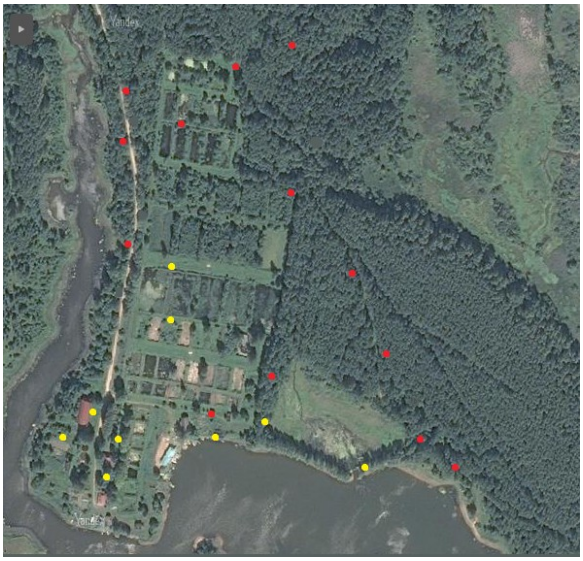

Рис. 3. Место сбора материала, красные точки – места, где стояли ловушки, желтые точки – места, где стояли ловушки, но они не принесли никаких материалов, так как были разорены. Карта взята с сайта www.yandex.ru

Рис. 4. Ловушка Барбера с жуками (*Nicrophorus vespilloides* и *Oiceoptoma thoracicum)* по бокам стаканчика клещи которые, скорее всего, прилетели вместе с жуками снизу

При нахождении жука в ловушке, доставали его пинцетом и, как можно аккуратнее, чтобы клещи не убежали, помещали его в емкость со спиртом. В лаборатории доставали жуков из емкостей и перекладывали их на больших чашках Петри, там очищали жуков от прилипших кусочков приманки и клещей, клещей отправляли обратно в емкость. После очистки, жуков накалывали на энтомологические булавки 3-го или 4-го размера. Далее выливали содержимое емкости в маленькую чашку Петри, а в емкость наливали 95% этанол. Затем отбирали клещей из чашки Петри, считали их и отправляли обратно в емкость. Так определяли количество клещей на одном жуке. В конце измеряли размер жуков с помощью электронного штангенциркуля (с точностью до десятых мм). Для предварительного определения клещей они отбирались из проб, далее помещались с помощью кисточки под бинокуляр (Микроскоп микромед МС-2-ZOOM*)*, где рассматривались, зарисовались и фотографировались на телефон Redmi Note 9.

Для статистической обработки данных использовали программы R и Google Sheets.

Результаты

По результатам 2021 года в ловушки было поймано и обработано, (измерена, длинна и количество клещей) 16 экземпляров *Nicrophorus vespilloides* Herbst, 1783 средние размеры которого были 13.1 мм, *2* экземпляра *Nicrophorus fossor* Erichson, 1837 средние размеры которого были 15.0 мм, *6* экземпляров *Oiceoptoma thoracicum* (Linnaeus, 1758) средние размеры которого были 14.1 мм, *6* экземпляров *Geotrupes stercorosus* (Scriba, 1791) средние размеры которого были 14.6 мм, 6 экземпляров *Pterostichus niger* (Schaller, 1783) и *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) средние размеры которого были 16.6 мм , *2* экземпляра *Carabus hortensis* (Linnaeus, 1758) средние размеры которого были 23.1 мм, всего было поймано и обработано 39 жуков (рис.5). Названия видов, их авторы и годы описания даны по каталогу Сильферберга (Silfverberg, 2010).

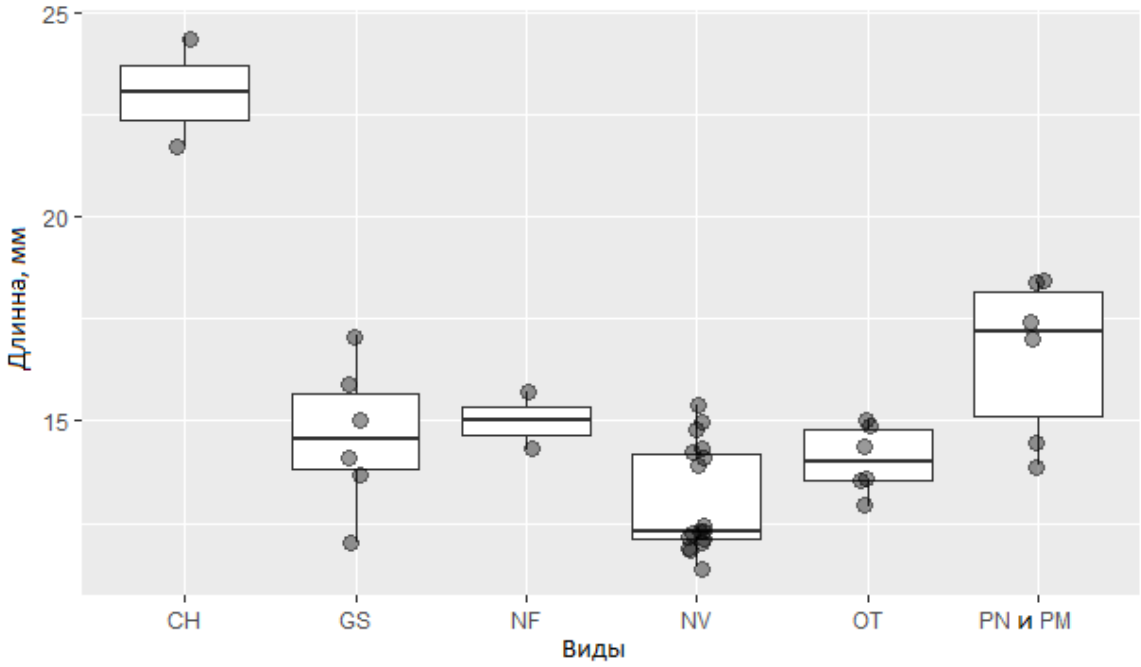

Рис. 5. Диаграммы, показывающие длину разных видов жуков, точки – это отдельные особи, точки сдвинуты в разные стороны, что бы показать примерное количество собранных и обработанных жуков на один вид. CH – *Carabus hortensis*, *GS* – *Geotrupes stercorosus*, *NF* – *Nicrophorus fossor*, *NV* – *Nicrophorus vespilloides*, *OT* – *Oiceoptoma thoracicum*, PN and PM – *Pterostichus niger* и *Pterostichus melanarius*. Ящики соответствуют интерквартильным интервалам (25%–50%–75%) значений длины, усы – максимальные и минимальные значения, за исключением аномальных точек. Отсутствие нормального распределения в размерах *Nicrophorus vespilloides* может быть связано с опущенной головой или брюшком у жука при измерении его длины

На всех пойманных и пойманных жуках в среднем было 10.6 клещей, но на некоторых вообще не было, а рекорд по количеству клещей составил 72 клеща. На *Nicrophorus vespilloides* в среднем сидело 13.2 клещей, но самое большое количество на этом виде жука 40. На *Nicrophorus fossor* в среднем сидело 31 клещей, но самое большое количество на этом виде жука 58. На *Oiceoptoma thoracicum* в среднем сидело 0.6 клещей, но самое большое количество на этом виде жука 1. На *Pterostichus niger* и *Pterostichus melanarius* в среднем сидело 2 клещей, но самое большое количество на этом виде жука 6. На *Carabus hortensis* в среднем сидело 3 клещей, но самое большое количество на этом виде жука 5 (табл. 1, рис. 5). На *Geotrupes stercorosus* в среднем сидело 12.6 клещей, но самое большое количество на этом виде жука 72.

Таблица 1. В первой строке показаны виды разных жуков. Во втором представлено максимальное количество клещей сидящем на данном виде жука, а в третьем столбце показано среднее арифметическое клещей, собранных со всех пойманных жуков данного вида

Виды	*Nicrophorus vespilloides*	*N. fossor*	*Oiceoptoma thoracicum*	*Pterostichus niger* и *P. melanarius*	*Carabus hortensis*	*Geotrupes stercorosus*
Максимальное количество	40	58	1	6	5	72
Среднее количество	13.2	31	0.6	2	3	17.6

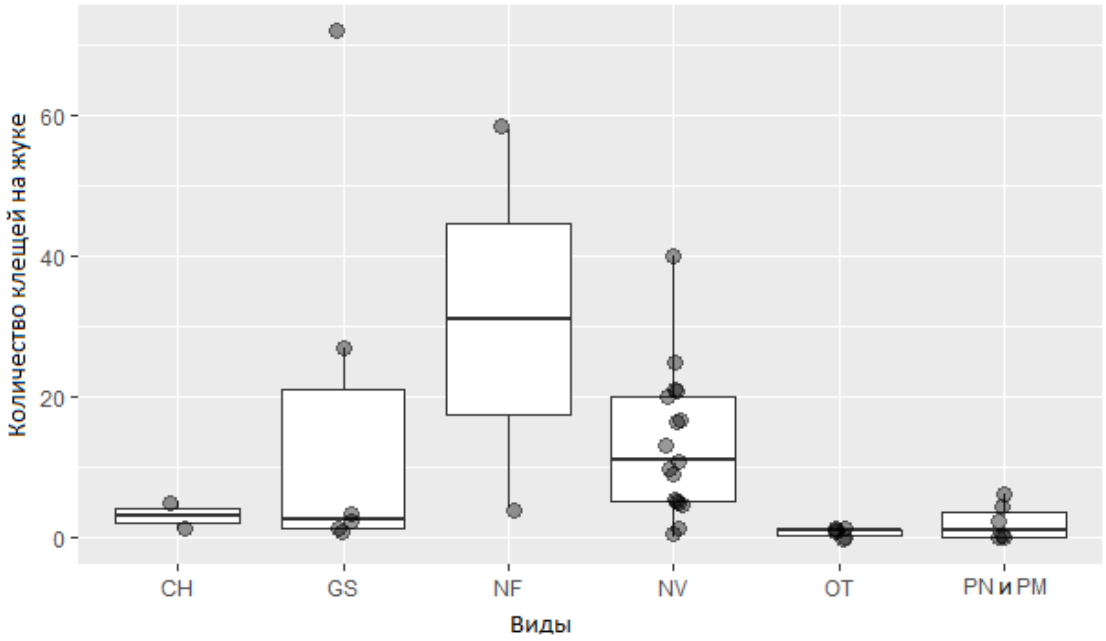

Рис. 5. Диаграммы, показывающие среднее количество клещей на жуках разных видов точки – это отдельные особи, точки сдвинуты в разные стороны, что бы показать примерное количество собранных и обработанных жуков на один вид. CH – *Carabus hortensis*, *GS – Geotrupes stercorosus*, *NF – Nicrophorus fossor*, *NV – Nicrophorus vespilloides*, *OT – Oiceoptoma thoracicum*, PN and PM – *Pterostichus niger* и *Pterostichus melanarius.* Ящики соответствуют межквартильным интервалам (25%–50%–75%), усы – максимальные и минимальные значения, за исключением аномальных точек.

На рис. 6 показано соотношение количества клещей и длины жука. По линии тренда на графике можем предположить, что, скорее всего зависимости количества клещей на одном жуке от его размера нет. Но утверждать это с полной уверенностью нельзя, так как может быть корреляция, что чем меньше жук, тем меньше на нем клещей, уверенности в этом нет, так как у нас было недостаточно данных.

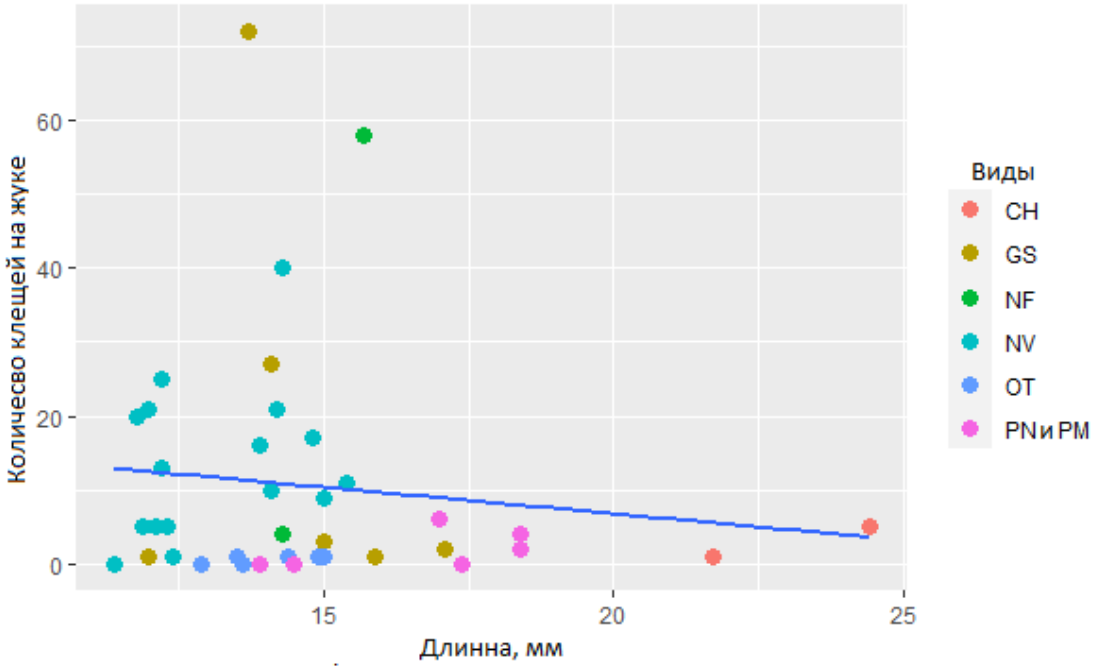

Рис. 6. Связь количества клещей на одном жуке и длины тела жука, цветом показаны разные виды. CH – *Carabus hortensis*, *GS* – *Geotrupes stercorosus*, *NF* – *Nicrophorus Fossor*, *NV* – *Nicrophorus vespilloides*, *OT* – *Oiceoptoma thoracicum*, PN и PM – *Pterostichus niger* и *Pterostichus melanarius.* Линия на графике – линия тренда, то есть геометрическое изображение средних значений анализируемого показателя

Проведя тест Спирмена, (данные нельзя было считать параметрическими, так как отсутствует нормальное распределение) взяв за первый показатель длину всех жуков, а за второй количество на них клещей, $p = 0.51$, а $\rho = -0.11$. Также решено было решено провести тест Спирмена только с жуками видов *Nicrophorus vespilloides*, так как их количество было больше 15, значение $p = 0.35$, а $\rho = 0.24$

По-видимому, большинство собранных клещей относятся к семейству Parasitidae. Среди них есть представители рода *Poecilochirus* sp., предположительно относящиеся к виду *Poecilochirus necrophori* Vitzthum, 1930 (рис. 7). Также были найдены не определенные до рода клещи семейства Parasitidae (рис. 8).

Рис. 7. Клещи предположительно *Poecilochirus* sp. левая фотография, скорее всего дейтонимфы, правая взрослая особь. Данные клещи были взяты со дна банки, то есть эти клещи при транспортировке не остались в изначальных емкостях, и мы не можем точно сказать с каких жуков были взяты данные экземпляры, но предположительно это клещи либо с жука *Geotrupes stercorosus* либо с жука *Nicrophorus vespilloides*

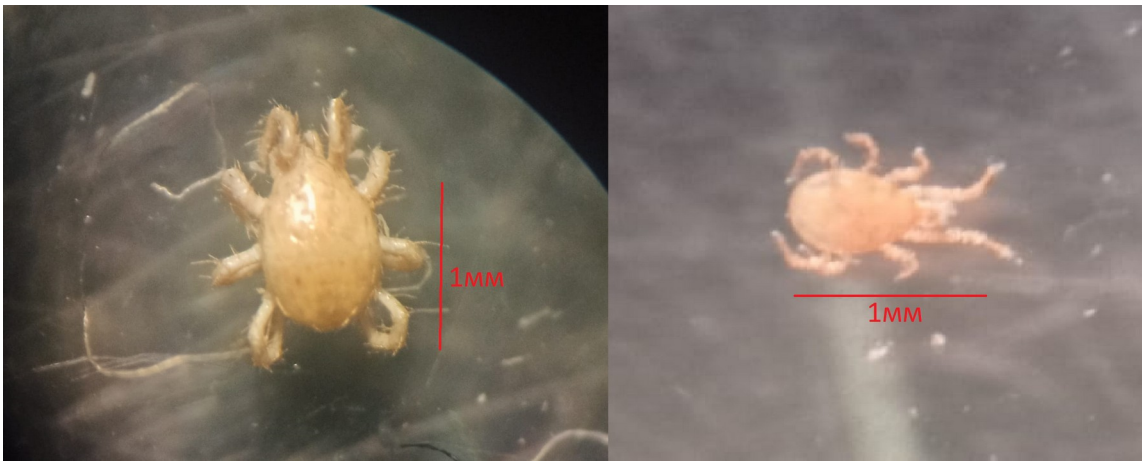

Рис. 8. Клещи семейства Parasitidae. Данные клещи были взяты со дна банки, то есть эти клещи при транспортировки не остались в изначальных емкостях, и мы не можем точно сказать с каких жуков были взяты данные экземпляры, но предположительно это клещи либо с жука *Geotrupes stercorosus* либо с жука *Nicrophorus vespilloides*

Обсуждение

Одной из гипотез было предположение, что существует положительная корреляция, между размером жука и количеством на нем клещей. Данная гипотеза была выдвинута, потому что было предположено, что, чем больше места на жуке, тем больше клещей на него может поместиться. По результатам исследований данная гипотеза не подтвердилась.

Так как гипотеза о положительной корреляции между количеством клещей и размером жуков не поддтвердилась, можно предположить что количество клещей на жуке определяет другой фактор. Таким фактором, например, может являться синхронность вылупления так как клещам выгодно вылететь из выводковой камеры жука, как можно скорее. Так же фактором, определяющим количество клещей на жуке, может являться количество потомства жуков, так как а одну особь будет приходиться меньше клещей. Еще одним фактором может являться размер объекта в котором жук решил делать свою выводковую камеру, так как это может повлиять на количество прилетвших мух и на количество ресурсов на развитие новых клещей. Так же одной из причин положительной корреляции может являться количество волосков на теле жука, так как, для клеща, легче прицепиться к мохнатому жуку. Кроме того, количество клещей могло отличаться от настоящего, потому что большое количество клещей успевало сползти с жука до их сборки из ловушек. Ну и конечно может быть такое, что мы совершили ошибку второго рода, так как у нас было недостаточно данных, причиной этого возможно было то, что мы измеряли каждый вид, попадающий к нам в ловушку, а не ограничились одним видом.

В исследовании Гроссмана и Смита (Grossman, Smith, 2008) была найдена положительная корреляция между массой тела жука *Nicrophorus* и количеством на нем клещей, а масса жука, скорее всего коррелирует и с его размером, так что можно было ожидать, что в нашей работе тоже должна была найтись корреляция. Также среднее количество клещей на одном жуке у них получилась в среднем 7.3 отличное от нашего на целых 5.9. Вдобавок в этой работе использовалась улучшенная версия ловушки Барбера, а именно с крышками в виде воронки, следовательно нежелательные потребители наживки не могли добраться до нее, а клещи не могли выползти. (Smith et al., 2000).

В исследовании Спрингетта (Springett, 1968) показано, что при отлове *Nicrophorus* обычно встречались заражения клещами от десяти до тридцати *Poecilochirus necrophori*, что сходиться с нашими показателями, так как у нас среднее количество клещей форезирующих на *Nicrophorus* составило 24 клеща, и так же предположительно некоторые из клещей являются представителями *Poecilochirus necrophor*i.

В ловушках мы использовали разные виды приманки. Первая приманка представляла из себя говядину тушенную, кислое молоко, и один дождевой червяк среднего размера. Во второй приманке, использовалась свинина. В Третьей был куриный фарш. Вторая и третья приманки были предоставлены к использованию на два дня позже, чем первая приманка. В первые дни после установки первых ловушек, они подверглись разорению неизвестный животных, предположительно соседских кошек, из-за этого количество собранных жуков в первые дни было невелико.

Мы заметили, что в покрытой травой земле мертвоедов, попадалось меньше, чем в мягкой земле без травы, поэтому мы можем предположить, что для мертвоедов удобнее подлетать к ловушке. Эти данные могут помочь для совершенствования методики в дальнейшем.

Также для дальнейших работ следующих лет будет хорошо иметь надежно закрывающиеся емкости для хранения клещей и жуков, по причине того, что при транспортировке, некоторые из емкостей с клещами открылись, и весь спирт вместе с клещами хранившиеся там вылился на дно банки с емкостями.

Например, в будущем можно будет определять клещей до вида, а так же определять их стадии развития, для этого можно собирать всех клещей в ловушке, и неважно сидят они на жуке или нет. Так же можно будет выяснить какую приманку лучше всего использовать в ловушках, и в каких местах лучше всего ставить ловушки.

Выводы

1. В ловушки Барбера в окрестностях стационара «Сунога» попадаются жуки *Nicrophorus vespilloides*, *Nicrophorus fossor*, *Oiceoptoma thoracicum*, *Pterostichus niger*, *Pterostichus melanarius*, *Carabus hortensis* и *Geotrupes stercorosus.* На жуках видов *Oiceoptoma thoracicum*, *Carabus hortensis*, *Pterostichus niger* и *Pterostichus melanarius* в среднем встречаются 0– 6 особей клещей. На *Nicrophorus vespilloides*, *Nicrophorus fossor* и *Geotrupes stercorosus* в среднем встречаются 13– 31 особь клещей.

2. Мы не обнаружили корреляции между размерами жуков видов *Nicrophorus vespilloides*, *Nicrophorus fossor*, *Oiceoptoma thoracicum*, *Pterostichus niger*, *Pterostichus melanarius* и *Carabus hortensis*, *Geotrupes stercorosus* и количеством клещей на одном жуке.

Благодарности

Я благодарен С. М. Глаголеву, П. А. Волковой и Е. В. Елисеевой за организацию летней биологической практики на стационаре «Сунога» при Институте биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, директору биостанции А. В. Крылову за разрешение проводить исследования на биостанции; Л. А. Абрамовой и Н. С. Глаголевой за предоставление благоприятной среды для лабораторной работы, коллектив, работающий со мной параллельно, за моральную поддержку, а также за собранных ими для меня нескольких экземпляров жуков. Я также признателен К. В. Макарову за определение жуков и Ю.В. Лопатину и А.А. Антоновскую за определение клещей и консультации. Кроме того, я благодарю Д. А. Кнорре за советы по написанию текста научной работы. Также я признателен Д. А. Ломко за помощь в обработке данных и моральную поддержку.

Литература

Брегетова Н.Г., 1977. Определитель обитающих в почве клещей Mesostigmata. Л. Наука. 117. с.

Крыжановский О.Л., 1965. Сем. Carabidae — Жужелицы // Определитель насекомых европейской части СССР. Т. 2. Жесткокрылые и веерокрылые. М.; Л.: Наука. С. 29–76

Крыжановский О.Л., 1965. Сем. Silphidae — Мертвоеды // Там же. С. 106–110

Лобанов Л., Корзунович П.В., Доливо-Добровольский Д.В., 2004. Форезия — "поездки на попутной машине без согласия водителя» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.zin.ru/animalia/coleoptera/rus/phoresis.htm

Медведев Л.Н., 1965. Сем. Scarabaeidae — Пластинчатоусые // Определитель насекомых европейской части СССР. Т. 2. Жесткокрылые и веерокрылые. М.; Л.: Наука. С. 166–208

Grossman, J., D., Smith, R., J., 2008. Phoretic Mite Discrimination Among Male Burying Beetle (*Nicrophorus investigator*) Hosts, Annals of the Entomological Society of America, V. 101. №1. Pages 266–271

Phillips J., 2004. Hilton Pond Center for Piedmont Natural History [Electronic resource]. Access mode: http://www.hiltonpond.org/ThisWeek040508.html

Rosemary J. Smith, Amy H., Stephanie R., Melissa M., Allison D., Rachelle F. 2000. altitudinal variation in body size and population density of *Nicrophorus investigator* (Coleoptera: Silphidae), *Environmental Entomology*, V 29. №2. Pages 290–298,

Schwarz H., H., Müller J., K., 1992. The dispersal behaviour of the phoretic mite Poecilochirus carabi (Mesostigmata, Parasitidae): adaptation to the breeding biology of its carrier Necrophorus vespilloides (Coleoptera, Silphidae). *Oecologia*. V. 89. № 4. P. 487–493.

Silfverberg H., 2010. Enumeratio renovata Coleopterorum Fennoscandiae, Daniae et Baltiae // Sahlbergia. V. 16. P. 9–50.

Springett, B., P., 1968. Aspects of the Relationship Between Burying Beetles, Necrophorus Spp. and the Mite, Poecilochirus necrophori Vitz. // *Journal of Animal Ecology*, V. 37 №2. P. 417–424.

Walter D., E., Proctor H.C., 2013. In Mites: Ecology, evolution & behaviour // Animals as habitats. V. 2: Mutualism. P. 341–422.