Московская школа на Юго-Западе № 1543
Кафедра биологии

Сравнение эффективности жёлтых и белых ловушек Мёрике для членистоногих в Московской области

Авторы:
Юлия Кременчугская
Юлия Елькина
Даниил Пхакадзе
(9Б класс)

Научные руководители:
к.б.н. Петров П. Н.
к.б.н. Волкова П. А.

Москва
2018

Введение

Членистоногие – самый многочисленный тип животных, всего описано более 1,3 млн видов членистоногих, из них более 80% составляют насекомые (более 1 млн видов) (Zhang, 2013). Для изучения многообразия членистоногих, в том числе насекомых, используются различные приспособления, например, энтомологические сачки, ловчие пробирки, ловушки Малеза (Голуб и др., 2012), а также ловушки Мёрике, которые мы решили использовать для нашего исследования.

Изначально конструкцию этих ловушек предложил немецкий биолог В. Мёрике для сбора тлей, однако в настоящее время ловушки Мёрике используются для «пассивного» сбора мелких насекомых (Голуб и др., 2012), в основном перепончатокрылых (Хабибулин, 2016). Также известно, что ловушки Мёрике лучше подходят для сбора насекомых на открытом пространстве (Mazon, Bordera, 2008). Хотя ловушки Мёрике широко применяются энтомологами (Лукиных, Чамкина, 2017), их эффективность для отдельных отрядов насекомых может быть различной; сейчас, судя по некоторым данным, для отлавливания тлей больше подходят световые ловушки (Wilkaniec et al., 2012).

Доказано, что от цвета ловушек Мёрике зависит то, какие членистоногие будут туда попадать (Banaszak et al., 1994). Жёлтые считаются самыми универсальными, однако при более детальном рассмотрении выясняется, что, например, для ловли представителей надсемейства Apoidea более эффективными являются ловушки белого цвета (Banaszak et al., 1994), а для ловли тлей *Aphis gossypii* зелёные ловушки эффективнее жёлтых (Avinent et al., 1991).

Помимо вопроса таксономической принадлежности пойманных с помощью ловушек Мёрике насекомых рассматривалась взаимосвязь между температурой воздуха, при которой производился сбор, и числом пойманных насекомых. Было показано, что число пойманных насекомых растёт с увеличением температуры воздуха (Wilkaniec et al., 2012). Также исследовали зависимость размеров пойманных насекомых от цвета жёлтых и белых ловушек Мёрике, однако значимой связи не обнаружили (Лукиных, Чамкина, 2017). Панова и Соколов (2016) исследовали зависимость размера и таксономической принадлежности насекомых от цвета ловушек Мёрике в Московской области, однако достоверной связи не обнаружили. Тем не менее, очевидно, эффективность ловушек Мёрике может зависеть как от места проведения экспериментов, так и от времени года, а также может меняться для различных

групп членистоногих – как для таксономических, так и для размерных классов, например, из-за того, как мы предполагаем, что мелкие насекомые реже крупных посещают крупные цветы, за которые они принимают ловушки Мёрике.

В связи с этим мы решили исследовать зависимость между размерами насекомых и цветом ловушек, а также изучить эффективность ловушек Мёрике жёлтого и белого цвета не только для насекомых, но и для пауков, поскольку раньше таких исследований не проводилось. Для того, чтобы оценить зависимость эффективности ловушек разного цвета от места и времени года, целесообразно исследовать эффективность таких ловушек для ловли насекомых разных групп и размерных классов по сходным методикам в разных местах и в разное время года. Именно поэтому при проведении экспериментов мы использовали почти не изменённую методику наших предшественников (Панова, Соколов, 2016), схожую с методикой, которую использовали для исследования зависимости размера насекомых от цвета ловушек другие исследователи в этом же году (Лукиных, Чамкина, 2017).

Мы поставили перед собой следующие задачи:

1. Установить таксономический состав насекомых, попадающих в жёлтые и белые ловушки Мёрике в данном месте в данное время.

2. Сравнить эффективность белых и жёлтых ловушек Мёрике посредством сравнения числа пойманных членистоногих.

3. Оценить привлекательность ловушек разного цвета для членистоногих различных групп и размерных классов.

4. Исследовать зависимость эффективности ловушек разного цвета от температуры воздуха во время сбора.

Материалы и методы

Мы собирали материал в августе 2017 года в течение 6 дней, с 3 августа до 12 (между 4 и 5 днем работы был перерыв в 4 дня). Работа заключалась в расставлении ловушек Мёрике для насекомых и фиксировании пойманных насекомых и пауков. Всего было собрано 1906 экземпляров, из них 777 – из белых ловушек, 1129 – из жёлтых.

Ловушки расставлялись на дачном участке в пределах одного луга с однородной растительностью в Московской области, в деревне Могутово−7, находящейся примерно в 12 км от города Наро-Фоминска (рис. 1).

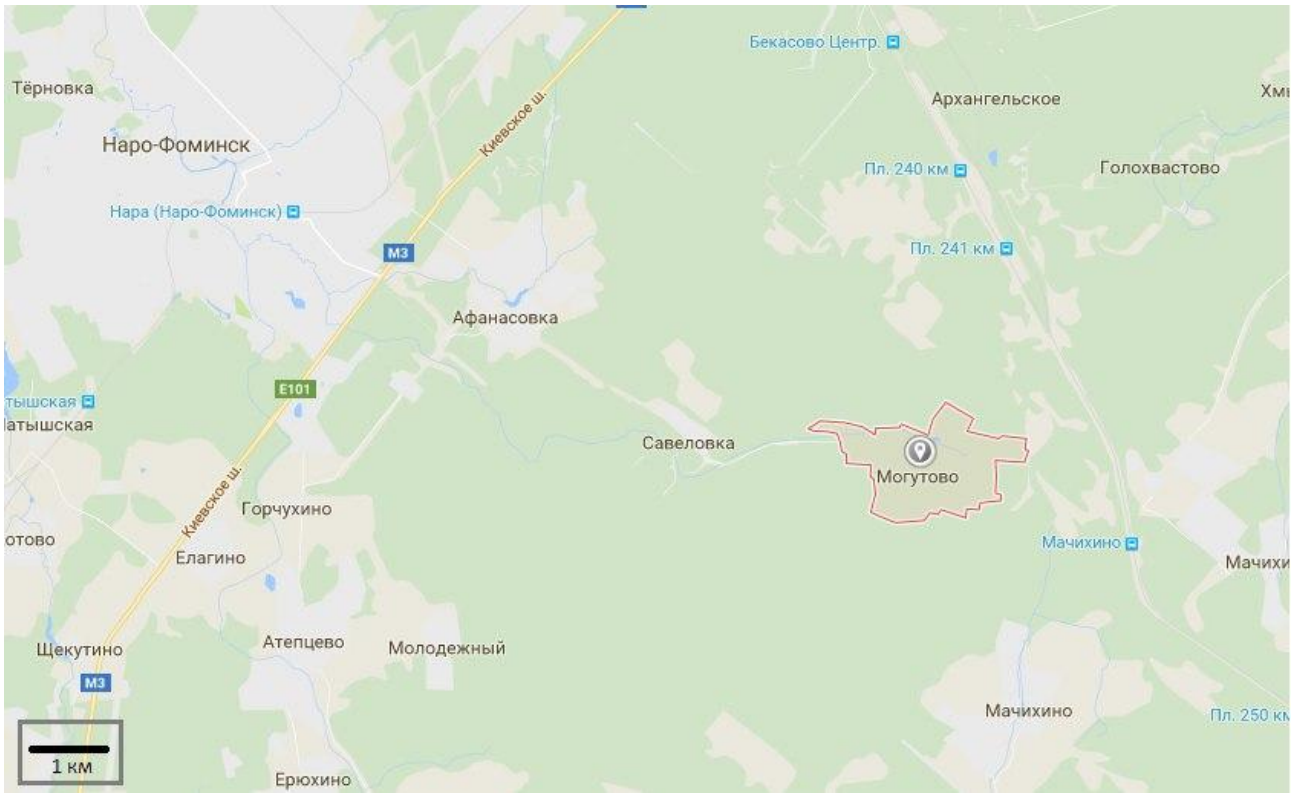

Рис. 1. Место проведения экспериментов (деревня Могутово-7).

Мы использовали жёлтые и белые пластиковые тарелки фирмы «Фиалко» (рис. 2). Диаметр каждой тарелки был 170 мм, а глубина 13 мм. В каждую тарелку с помощью пластикового мерного стаканчика наливали 75 мл мыльного раствора. В первые два дня для изготовления мыльного раствора сначала использовали одну бутылку питьевой пятилитровой воды марки «Красная Цена» и одну чайную ложку моющего средства марки «Barbuda с ионами серебра и витамином Е» без ароматизаторов, начиная с третьего дня исследования мы использовали воду марки «Societe Minerale». Моющее средство наливали в бутылку с водой и из нее с помощью того же мерного стаканчика наливали полученный мыльный раствор в тарелки.

Ловушки расставляли строго с запада на восток, определив стороны света по компасу, а также строго горизонтально (рис. 3). Белые и желтые ловушки в каждой паре чередовали между собой: в одной паре жёлтая с северной стороны, а в следующей белая и т. д. Расстояние между двумя тарелками в паре было 5 см (рис. 3). Расстояние между парой тарелок — 1 м (рис. 3). Расстояние отмеряли обычной рулеткой.

Рис. 2. Пластиковые тарелки, из которых были изготовлены ловушки.

Рис. 3. Расположение ловушек относительно друг друга

Ловушки устанавливали в 12:00 по московскому времени каждый день. Материал собирали через 24 часа. Измеряли температуру воздуха в месте установки во время установки ловушек, во время сбора и в 0:00 между этими событиями. Измеряли температуру обыкновенным ртутным термометром.

Собранных насекомых и пауков раскладывали по заранее подготовленным ватным матрасикам при помощи пинцета, перед этим погружая пойманных насекомых в 70% этиловый спирт на 30 минут.

Материал из каждой ловушки раскладывали на одном ватном матрасике. Матрасики подписывали и указывали на них место установки ловушки, номер

пары и цвет тарелочки, дату установки, температуру утром, в 0:00 и вечером. В итоге получилось 6 коробок с матрасиками, в каждой по 20 матрасиков с одного дня сбора материала.

Определяли членистоногих до отряда с помощью рукописного определителя, составленного П.Н. Петровым и иконографически с использованием современного атласа-определителя насекомых, проиллюстрированного многими цветными фотографиями (Карцев и др., 2015).

Членистоногих распределили по пяти размерным классам в соответствии с их длиной: I – меньше 1 мм; II – больше или равно 1 мм и меньше 5 мм; III – больше или равно 5 мм и меньше 10 мм; IV – больше или равно 10 мм и меньше 20 мм; V – больше или равно 20 мм. Размерный класс определяли с помощью линейки, которую изготовили так: вырезали бумажный прямоугольник со стороной 25 миллиметров и нанесли на него деления, ценой в 1 мм, как на обычной линейке.

Мы использовали тест Стьюдента для зависимых выборок для обработки полученных данных.
Данные по отрядам членистоногих заносили в заранее заготовленные и распечатанные бланки.

Результаты

Нашей задачей было выяснение эффективности ловушек Мёрике желтого и белого цвета для насекомых.

В таблице 1 представлены полученные данные по количеству насекомых, пойманных в ловушки желтого и белого цвета, в разрезе по отрядам и их размерным классам.

Таб. 1. Общее число членистоногих разных отрядов и размерных классов, пойманных в белые и желтые ловушки

Отряд	Размерный класс	Белые ловушки	Желтые ловушки
Diptera	I	37	60
	II	362	614
	III	34	45
	IV	6	4
	V	1	0
Hymenoptera	I	1	5
	II	172	189
	III	16	19
	IV	5	2
Coleoptera	II	5	0
	III	1	0
Lepidoptera	II	1	0
	III	1	0
	IV	3	0
Homoptera	I	0	7
	II	69	106
	III	23	18
	V	0	1
Heteroptera	I	5	0
	II	1	10
Orthoptera	II	2	6
	III	0	1
Araneae	I	25	5
	II	3	35
	III	1	1
Collembola	I	2	0
	II	2	0
Dermoptera	III	0	1

Статистически значимой связи между числом насекомых, пойманных как в белые, так и в желтые ловушки, и температурой воздуха нет (тест Спирмена: $p = 0.19$ и 0.96 $R = -0{,}18$ и $R = 0{,}007$ соответственно).

В желтые ловушки попадает больше насекомых, чем в белые (рис. 4), эти различия статистически значимы (тест Стьюдента: $p = 6{,}8\times10^{-5}$).

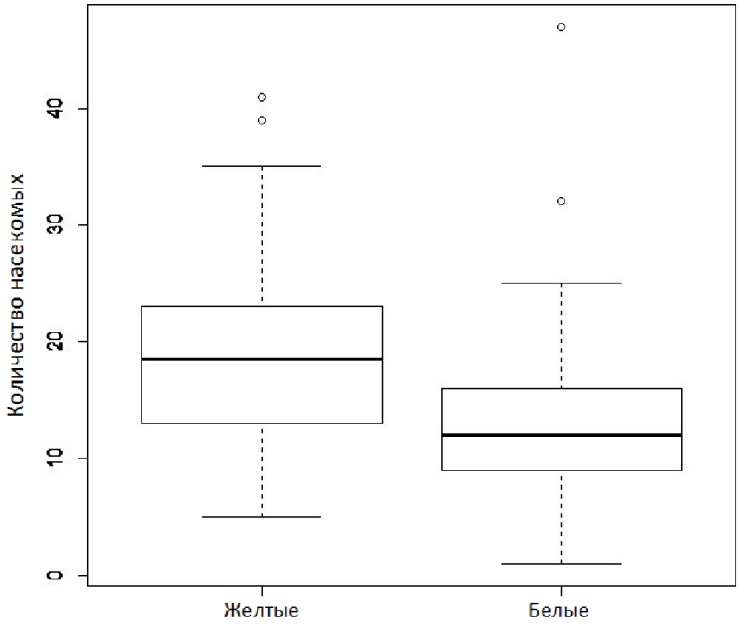

Рис. 4. Общее число насекомых, пойманных в белые и желтые ловушки в деревне Могутово−7

Таб. 2. Сводные результаты (p-value)

	День				
	04.08	05.08	06.08	10.08	11.08
Общее	0,04	0,03	0,03		0,009
Diptera	0,002	0,03	0,02	0,02	
Hymenoptera					0,04
Homoptera	0,04				
I размерный класс		0,004			
II размерный класс	0,00097		0,02		0,01

Значимые различия были выявлены 4 (рис. 5), 5 (рис. 6), 6 (рис. 7) и 11 (рис. 8) августа (тест Стъюдента: p = 0,04, p = 0,03, p = 0,03 и p = 0,009 соответственно).

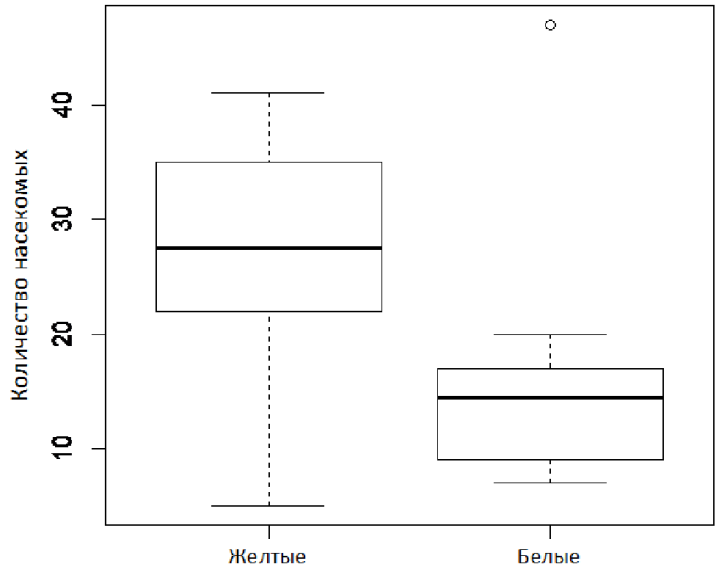

Рис. 5. Общее число насекомых, пойманных в желтые и белые ловушки во второй день

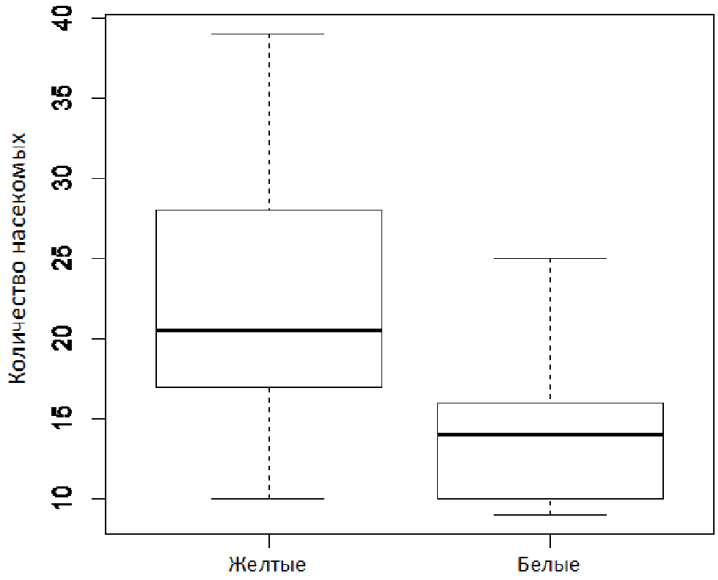

Рис. 6. Общее число насекомых, пойманных в желтые и белые ловушки в третий день

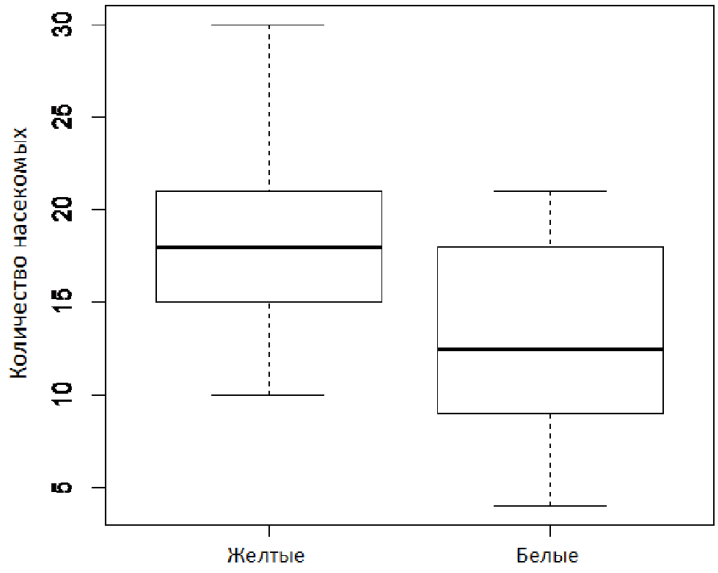

Рис. 7. Общее число насекомых, пойманных в желтые и белые ловушки в четвертый день

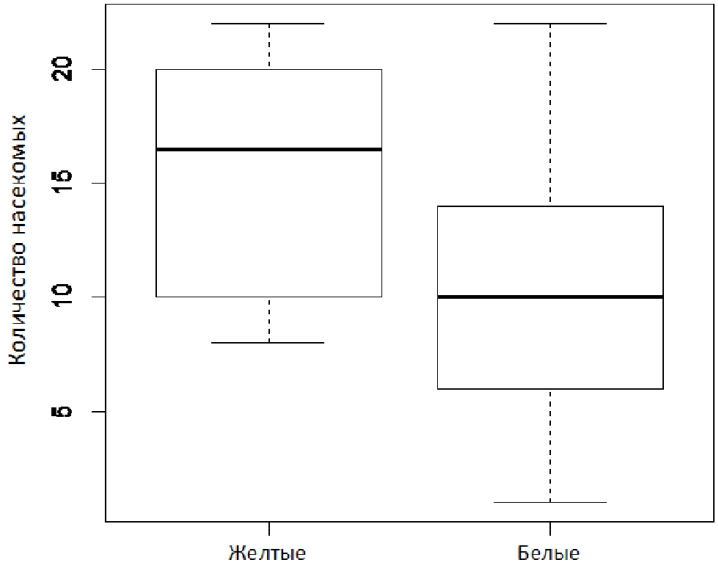

Рис. 8. Общее число насекомых, пойманных в желтые и белые ловушки в шестой день

Нашей задачей было оценить привлекательность ловушек разного цвета для членистоногих различных отрядов и размерных классов. Ниже представлены результаты, которые мы получили.

Значимые различия были выявлены для насекомых отряда Diptera, пойманных в желтые и белые ловушки 4 (рис. 9), 5 (рис. 10), 6 (рис. 11) и 10 (рис. 12) августа (тест Стъюдента: p = 0,002, p = 0,03, p = 0,02 и p = 0,02 соответственно).

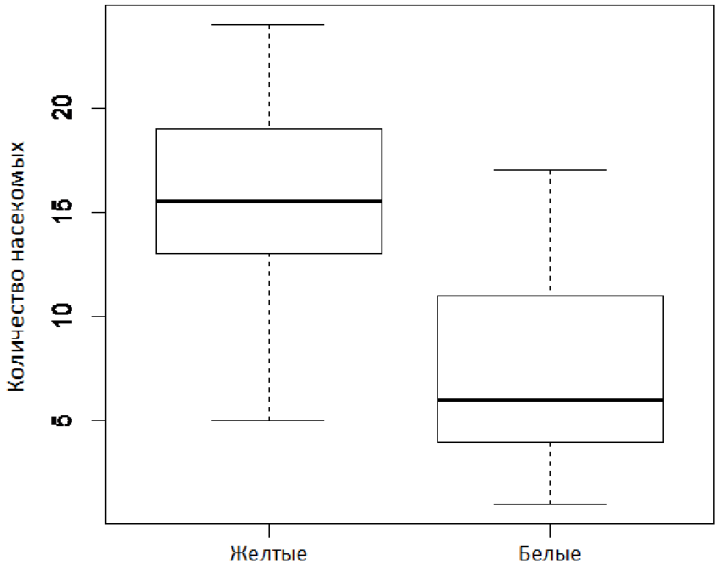

Рис. 9. Число насекомых отряда Diptera, пойманных в желтые и белые ловушки во второй день

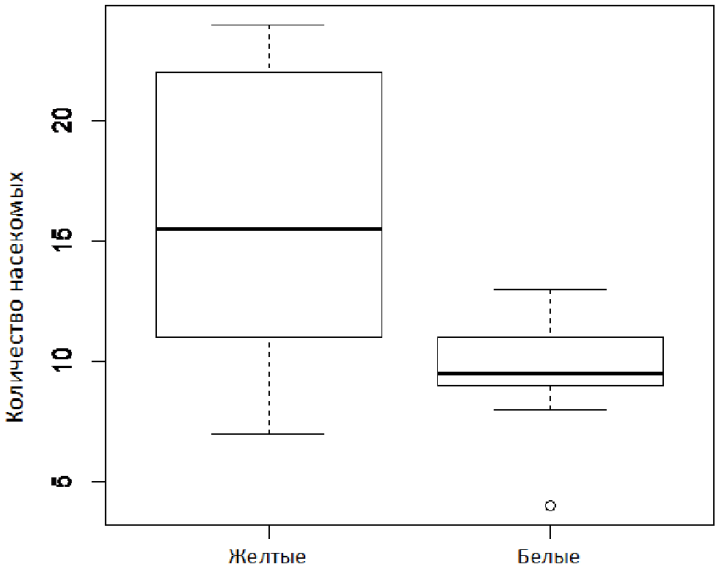

Рис. 10, Число насекомых отряда Diptera, пойманных в желтые и белые ловушки в третий день

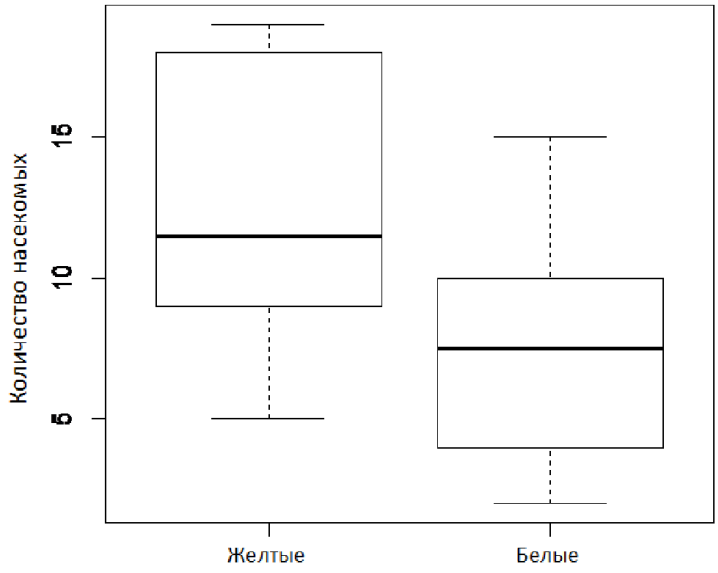

Рис. 11. Число насекомых отряда Diptera, пойманных в желтые и белые ловушки в четвертый день

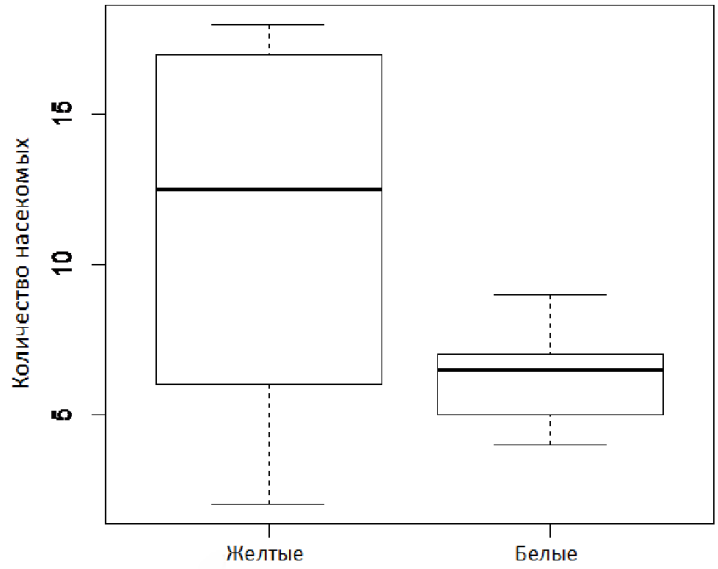

Рис. 12. Число насекомых отряда Diptera, пойманных в желтые и белые ловушки в пятый день

Значимые различия были выявлены для насекомых отряда Hymenoptera, пойманных в белые и желтые ловушки 11 (рис. 13) августа (тест Стъюдента: $p = 0,04$).

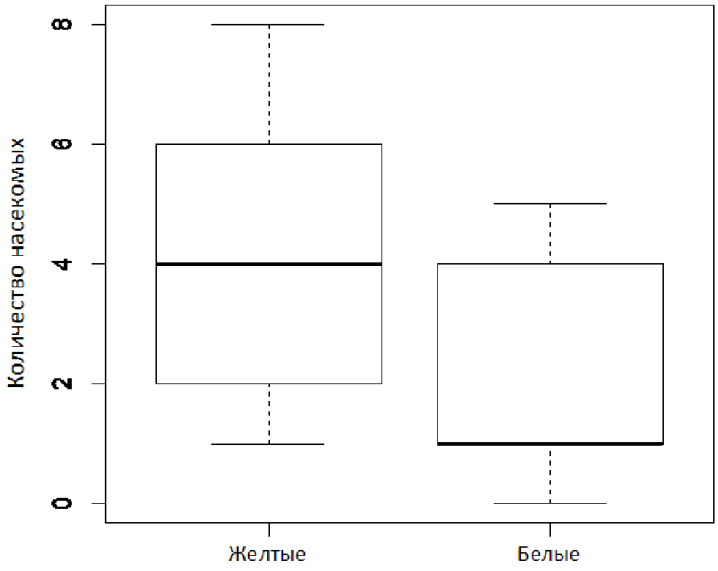

Рис. 13. Число насекомых отряда Hymenoptera, пойманных в желтые и белые ловушки в шестой день

Значимые различия были выявлены для насекомых отряда Homoptera, пойманных в белые и желтые ловушки 4 (рис. 14) августа (тест Стъюдента: p = 0,04).

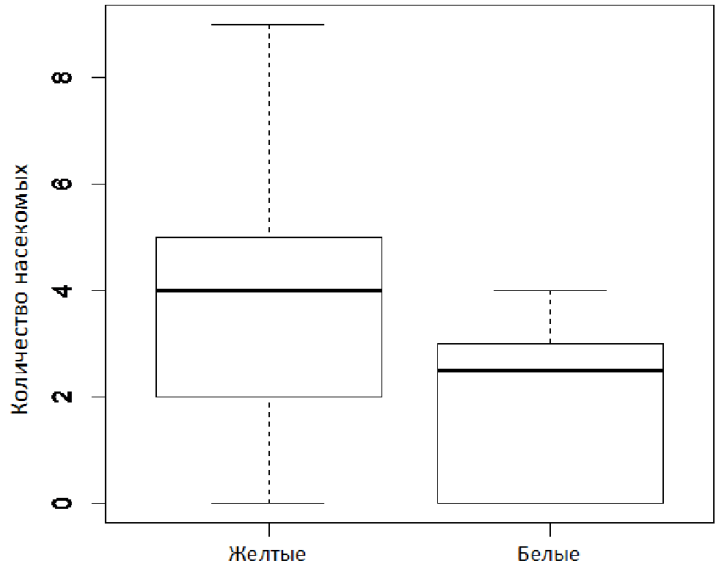

Рис. 14. Число насекомых отряда Homoptera, пойманных в желтые и белые ловушки во второй день

Значимые различия были выявлены для насекомых первого размерного класса, пойманных в белые и желтые ловушки 5 (рис. 15) августа (тест Стъюдента: p = 0,004).

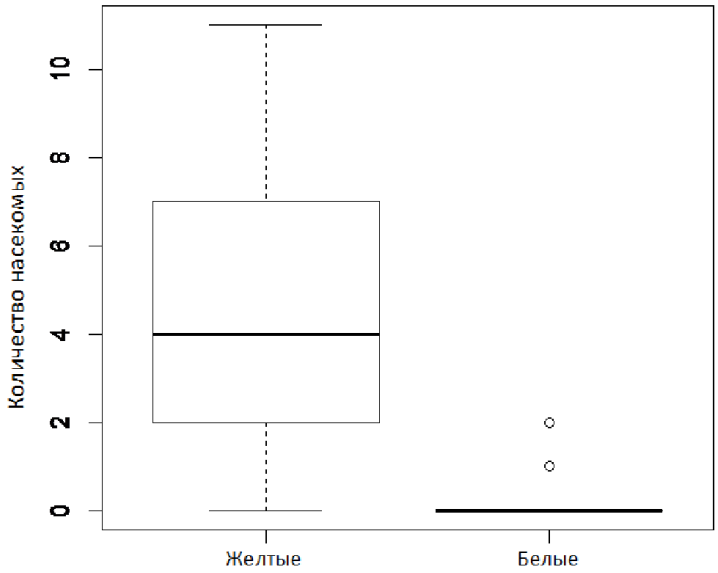

Рис. 15. Число насекомых первого размерного класса, пойманных в желтые и белые ловушки в третий день

Значимые различия были выявлены для насекомых второго размерного класса, пойманных в белые и желтые ловушки 4 (рис. 16), 6 (рис. 17) и 11 (рис. 18) августа (тест Стъюдента: p = 0,00097, p = 0,02 и p = 0,01 соответственно).

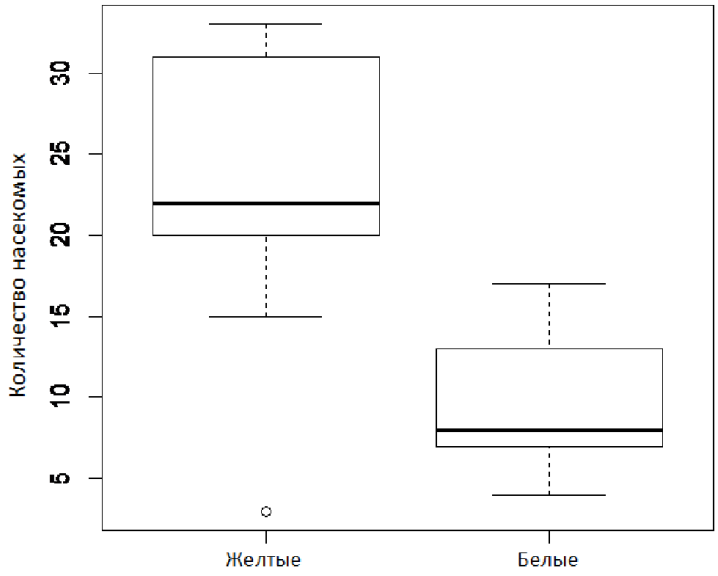

Рис. 16. Число насекомых второго размерного класса, пойманных в желтые и белые ловушки во второй день

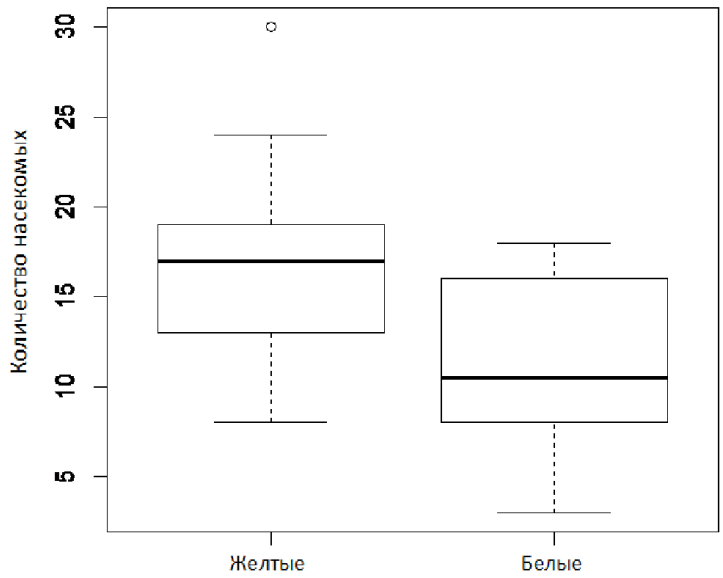

Рис. 17. Число насекомых второго размерного класса, пойманных в желтые и белые ловушки в четвертый день

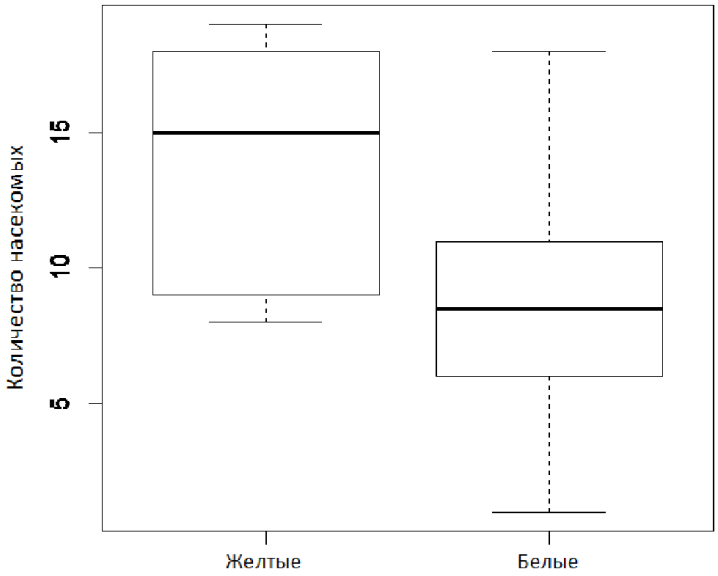

Рис. 18. Число насекомых второго размерного класса, пойманных в желтые и белые ловушки в шестой день

Для насекомых отрядов Coleoptera, Lepidoptera, Heteroptera, Orthoptera, Araneae, Collembola и Dermaptera, а также третьего, четвертого и пятого размерных классов значимых различий не обнаружено (тест Стъюдента: $p > 0,05$).

Обсуждение

Полученные нами данные, свидетельствующие о том, что жёлтые ловушки более эффективны, чем белые, подтверждают результаты, полученные при использовании схожей методики (Лукиных, Чамкина, 2017). Очевидно, на открытом пространстве жёлтые ловушки будут наиболее эффективными, в особенности для представителей отряда Diptera – в четыре из шести дней экспериментов в жёлтые ловушки их попадало больше, чем в белые, что также было показано в предыдущих исследованиях (Лукиных, Чамкина, 2017).

Для отряда Hymenoptera также было выявлено предпочтение жёлтого цвета ловушек, что расходится с ранее полученными данными (Banaszak et al., 1994). Эти различия могут быть вызваны тем, что в наших экспериментах ловушки устанавливались на открытом пространстве, в то время как исследования Banaszak проводились в лесу. Эту гипотезу подтверждают другие исследования, в ходе которых было доказано предпочтение перепончатокрылыми жёлтых ловушек Мёрике на открытом пространстве (Mazon, Bordera, 2008). Возможно, в лесу, где освещение более тёмное, чем на открытом пространстве, белые

тарелочки привлекают внимание насекомых скорее, чем жёлтые или, тем более, синие, которые также исследовали в 1994 году. На открытом же пространстве жёлтые тарелочки могут напоминать привычные для перепончатокрылых луговые цветы, с чем и связана их большая эффективность. Впрочем, наших данных может быть недостаточно, чтобы утверждать это, так как статистически значимые различия в числе пойманных перепончатокрылых были выявлены лишь в двух случаях из шести. В других исследованиях с методикой, наиболее схожей с нашей (Лукиных, Чамкина, 2017, Панова, Соколов, 2016), предпочтения перепончатокрылых не были выявлены. Примечательно, что в исследованиях, которые проводили в этом же году в Ленинградской области, были получены результаты, показывающие, что перепончатокрылые в целом лучше ловятся на лугу и в жёлтые, и в белые тарелочки, чем в лесу (Климанова, Заренкова, 2017). В данном исследовании для перепончатокрылых третьего размерного класса также было выявлено предпочтение жёлтых тарелочек, что в целом подтверждает наши результаты.

Представители отряда Homoptera в результате наших исследований также отдавали предпочтение жёлтым ловушкам, но лишь в один из шести дней экспериментов. В предыдущих исследованиях представители данного отряда, а именно тли разных видов, отдавали предпочтение либо зелёным ловушкам Мёрике, либо жёлтым (Avinent et al., 1991), однако эти же исследования вкупе с другими (Wilkaniec et al., 2012) показывают, что для ловли тлей ловушки Мёрике в принципе не являются самыми эффективными. В других исследованиях с методикой, наиболее схожей с нашей (Лукиных, Чамкина, 2017, Панова, Соколов, 2016), предпочтения равнокрылых не были выявлены.

Насекомые первого и второго размерных классов в наших исследованиях попадались чаще в жёлтые ловушки в отличие от насекомых больших размерных классов, что может опровергнуть нашу гипотезу, высказанную во введении, о том, что крупные насекомые чаще мелких посещают крупные цветы, за которые принимают ловушки Мёрике. Впрочем, скорее всего отсутствие статистически значимых различий для третьего, четвёртого и пятого размерных классов объясняется недостаточным количеством данных – насекомых первого и второго размерных классов в ловушки в сумме попало гораздо больше, чем всех остальных (таб. 1). В более ранних исследованиях подтверждалось, что двукрылые третьего и четвёртого размерных классов чаще посещают белые ловушки (Панова, Соколов, 2016). Однако в других исследованиях зависимости между размерным классом попадавшихся насекомых и цветом тарелочек, в которые они попадались, не было найдено (Лукиных, Чамкина, 2017).

Зависимости числа пойманных представителей отряда Araneae от цвета ловушек мы не обнаружили, что может быть связано с недостаточным

количеством данных.

К сожалению, мы не обнаружили зависимости между температурой воздуха, при которой проводился сбор, и количеством насекомых, попавших в ловушки. Возможно, это связано с тем, что при данном диапазоне температур или таких небольших колебаниях (от 21 до 25 °C во время расстановки ловушек, от 15 до 18 °C в полночь между расстановкой и сбором ловушек, от 15 до 24 °C в полдень во время сбора материала) разница между количеством собранных насекомых незначительна. Сравнить наши результаты с результатами исследований, в которых найти зависимость количества насекомых от температуры воздуха удалось, не представляется возможным, так как конкретные данные о температуре воздуха в их статье не приведены (Wilkaniec et al., 2012). При проведении исследования в Ленинградской области (Климанова, Заренкова, 2017) температуру и погодные условия учитывали, однако статистических тестов, направленных на выявление зависимости, не провели в связи с меньшей, чем в нашей работе, длительностью эксперимента.

Выводы

1. В ловушки Мёрике в деревне Могутово (Наро-Фоминский р-н, Московская обл.) попали представители следующих отрядов: Diptera, Hymenoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Homoptera, Heteroptera, Orthoptera, Araneae, Collembola и Dermaptera.

2. Жёлтые ловушки Мёрике в целом оказались эффективнее белых.

3. Для отрядов Diptera, Hymenoptera и Homoptera, а также для насекомых первого и второго размерного класса жёлтые ловушки оказались эффективнее белых, для определения предпочтений оставшихся групп насекомых и пауков у нас недостаточно данных.

4. Зависимости между числом пойманных насекомых и температурами данного диапазона не выявлено.

5. При сборе насекомых данным методом необходимо учитывать место, время и погодные условия, при которых будет проводиться исследования, а также проводить предварительные эксперименты подобные нашему с целью выяснения конкретных предпочтений различных групп насекомых.

Список литературы

Zhang Z.-Q., 2013. (Ed.) Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness (Addenda 2013) // Zootaxa. № 3703. P. 17–26.
Голуб В.Б., Цуриков М.Н., Прокин А.А., 2012. Коллекции насекомых: сбор, обработка и хранение материала. С. 339.
Хабибулин В.Ф., 2016. Опыт применения ловушек Мерике при изучении локальных фаун членистоногих // Материалы по флоре и фауне республики Башкорстан. № XII. P. 47
Лукиных А.И., Чамкина Ф.В., 2017. Сравнение уловистости ловушек Мёрике желтого и белого цвета // Рукопись, получена от научного руководителя Лысенкова С.Н.
Wilkaniec B., Lewandowski R., Borowiak-Sobkowiak B., 2012. The effectiveness of catching apids (*Hemiptera*: Sternorrhyncha: Aphidinea) in Moericke and light traps // Journal of plant protection research 2012. V. 52. № 2. P. 261–263.
Mazon M., Bordera S., 2008. Effectiveness of two sampling methods used for collecting Ichneumonidae (*Hymenoptera*) in the Cabañeros National Park (Spain) // Eur. J. Entomol. 2008. № 105. P. 879–888.
Banaszak J., Cierzniak T., Szymański R., 1994. Influence of coloue of Moericke traps on numbers and diversity of collected bees (Apoidea, Hymenoptera*)* // Acta Univ. Lodz., Folia zool. 1994. № 2. P. 29–35.
Avinent L, Hermoso de Mendoza A., Llacer G., 1991. Agronomie, EDP Sciences. 1991. № 11 (7). P. 613–618.
Панова Т., Соколов М., 2016. Сравнение эффективности желтых и белых пластиковых тарелок как ловушек для насекомых [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.bioclass.ru/files/konf17/sokolov.pdf. Дата обращения: 09.11.2017.
Климанова Н., Заренкова А., 2017. Сравнение эффективности желтых и белых пластиковых тарелок как ловушек для насекомых // Неопубликованная рукопись, получена от научного руководителя Петрова П. Н.