

Московская гимназия на Юго-Западе № 1543
Кафедра биологии

**Сравнение эффективности желтых и белых
пластиковых тарелок как ловушек для насекомых**

Авторы:
Т. Панова, 9 «Б» класс
М. Соколов, 9 «Б» класс

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

Москва

2016

Введение

Насекомые – самый многочисленный класс животных, описано более 1 млн их видов (Zhang, 2011). Для изучения насекомых необходимо уметь правильно собирать материал. Для ловли насекомых используются различные приспособления, например, энтомологический сачок и разные виды ловушек.

Самые первые ловушки в виде тарелочек для ловли летающих насекомых были предложены немецким биологом Мерике (Голуб и др., 2012). Они представляют собой пластмассовые чашки диаметром 24–28 см и глубиной до 6–8 см заполненные жидкостью.

Последовательность установки ловушек Мерике (Фурсов, 2003).

1. В 1,5 литровую бутылку, заполненную водой, добавить шампунь (0,5 чайной ложки), при расходе воды 1–1,5 литра на 10 ловушек.
2. Расставить чашки (от 10 до 200 штук) в шеренгу на почве, на расстоянии 2–3 м друг от друга.
3. Налить воду в чашки из бутылок; наливать лучше вечером или утром, а собирать материал, соответственно, утром или вечером. Более длительное время между установками не рекомендуется.
4. Выбрать насекомых из тарелок. Для этого необходимо вылить содержимое в сачок с мелкой ячеистостью.
5. Затем содержимое сачка осторожно вывернуть в общую банку с той же водой.
6. Сбор из банки вылить в аквариумный сачок и промыть весь сбор.
7. После этого содержимое сачка выворачивать в банку.
8. Можно отсортировать различных насекомых по размеру.

По исследованиям, проводившимся с помощью чашек Мерике, оказалось, что в белых чашках количество пойманных насекомых всегда заметно ниже, чем в чашках иного цвета (Голуб и др., 2012). Также в прошлом проводились исследования для учета численности вредных насекомых. Для этого использовали синие, красные и т.д. тарелочки, в которые заливалась прозрачная жидкость, и насекомые, привлекаемые запахом жидкости, попадались в тарелочки.

За всю историю исследований проводилось большое количество экспериментов с тарелочками-ловушками, мы захотели проверить, правда ли, что пластиковые тарелочки желтого цвета более эффективны для ловли насекомых, чем другого цвета. По ходу наших исследований нам попались насекомые из отряда Hemiptera (Брем, 1870). Этот отряд состоит из разных подотрядов, которые раньше были отдельными отрядами.

В исследовании мы ставили перед собой несколько задач.

Цель: Выявить зависимость числа и состава пойманных насекомых от цвета ловушки.

Задачи:

1. Определить по отрядам и размерным классам число насекомых в ловушках разных цветов.
2. Сравнить число насекомых, пойманных в одинаковые ловушки в разных местах сбора.
3. Установить, какие насекомые (из каких отрядов и каких размерных классов) чаще попадают в ловушки определенного цвета.
4. Сравнить число насекомых по ловушкам и местам сбора относительно отряда и размерного класса.

Материалы и методы

Мы использовали желтые и белые тарелочки, матрасики из бумаги двух видов (плотная и тонкая) и ваты, чайные ложки, моющее средство, мерный стаканчик объемом 80 мл, хлопчатобумажную ткань, бутыль чистой питьевой воды 5 л.

Исследования проводили на территории Московской области Дмитровского и Одинцовского районов, в деревне Карцево (около 20 км к северо-востоку от г. Дмитрова) и деревне Волково (в 10 км от г. Звенигорода) (рис. 1). Сбор данных в деревне Карцево проводили с 8 по 12, 17 и 18 августа 2016 г., в деревне Волково с 20 по 25 августа 2016 г.

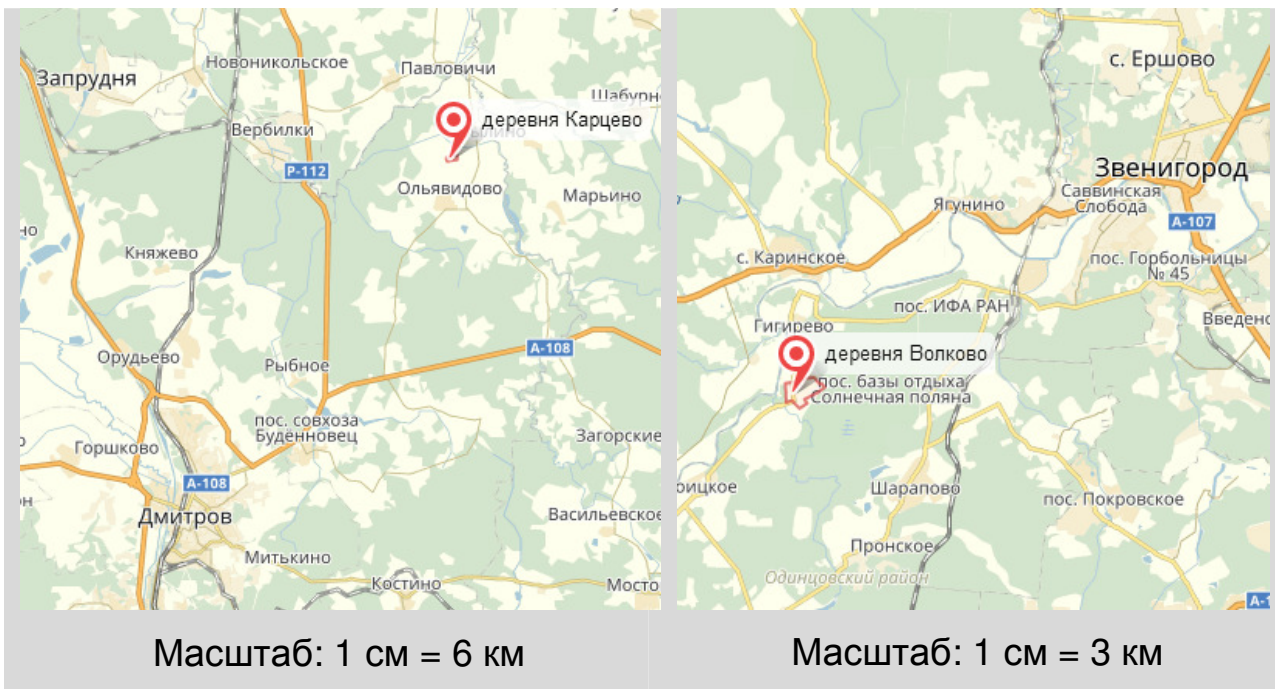


Рис. 1. Местоположение участков, на которых проводились исследования, дер. Карцево и дер. Волково (Московская область) (изображения с сайта www.yandex.ru).

Исследовали эффективность желтых и белых пластиковых тарелок как ловушек для насекомых (рис. 2).

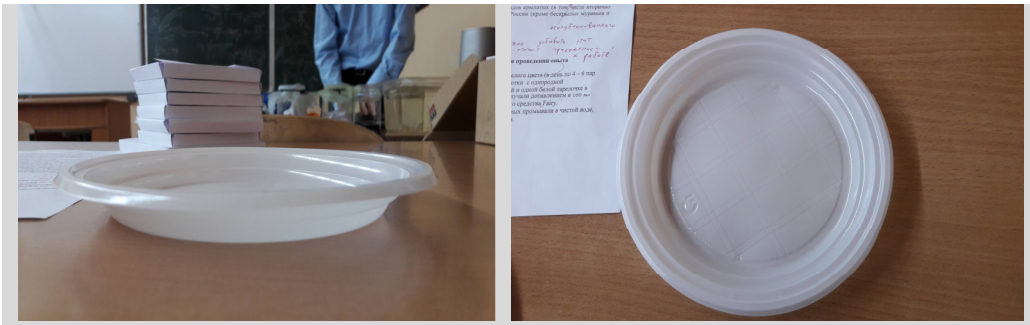


Рис. 2. Ловушки для насекомых, изготовлены из пластиковых тарелок, с помощью которых проводили опыт в деревне Волково, диаметром – 170 мм и глубиной – 18 мм.

Ловушки устанавливали на улице в пределах одного сообщества или участка (луга, поля, дороги) с однородной растительностью или без растительности. Тарелочки примыкали друг к другу, располагались на земле строго горизонтально. Белые и желтые тарелочки чередовались между собой: в одной паре с северной стороны желтая, с южной стороны белая тарелочка, а в следующей паре наоборот, и так далее. Ориентация ряда строго с запада на восток. В каждую тарелочку заливали 80 мл мыльной воды с помощью мерного стаканчика. Ловушки устанавливали в 12:00 по московскому времени (полдень) и собирали данные ровно через 24 ч (рис. 3).





Рис. 3. Желтые и белые ловушки-тарелочки с насекомыми, с помощью которых проводили опыт в деревне Карцево, диаметром – 170 мм и глубиной – 18 мм.

В **деревне Волково** устанавливали ряд из 10 пар тарелочек (по одной желтой и одной белой тарелочке в каждой паре). Расстояние между парами тарелочек ровно 1 м. Мыльный раствор получали путем добавления одной чайной ложки моющего средства на 5 л бутылки чистой питьевой воды. Из ловушек собирали всех насекомых на ватные матрасики.

В **деревне Карцево** пара пластиковых тарелочек желтого и белого цвета (в день по 4 – 6 пар тарелочек) устанавливались на садовом участке в разных местах (по одной желтой и одной белой тарелочке в каждой паре). Мыльную воду получали добавлением в 160 мл чистой питьевой воды одной чайной ложки моющего средства “Fairy”. Из каждой ловушки-тарелочки насекомых промывали в чистой воде, просушивали на отдельной хлопчатобумажной ткани, после раскладывали на ватные матрасики.

Ватные матрасики подписывали, указывая на верхнем листочке следующие параметры: место установки ловушки, номер пары и цвет тарелочки, дата установки и снятия ловушек, инициал и фамилия сборщика.

Собранных нами насекомых определяли до отряда с помощью определительной таблицы отрядов насекомых.

Кроме того, насекомых распределили по пяти размерным классам:

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.

Данные по классификации насекомых по отрядам записали в таблицу.

Построение графиков и статистические тесты производили в статистической среде R (R Development Core Team, 2004). На диаграммах размаха центральная черная черта обозначает среднее арифметическое, верхняя граница «усов» – наибольшее значение, нижняя – наименьшее значение. Пустыми точками являются выбросы – значения, сильно отличающиеся от большинства значений и влияющие на среднее арифметическое. Верхняя граница «ящика» – верхняя квартиль, нижняя граница – нижняя квартиль.

Чтобы сравнить эффективность желтых и белых ловушек, использовали тест Вилкоксона.

Результаты

В таблице 1 представлены полученные данные.

Общее число насекомых, пойманных
в деревне Карцево и деревне Волково.

Таблица 1

	Деревня Волково		Деревня Карцево	
	Желтые	Белые	Желтые	Белые
Coleoptera	0	6	6	15
Dermoptera	0	0	0	1
Diptera	254 (44%)	194 (69%)	200 (26%)	426 (77%)
Hemiptera	0	2	37 (4%)	16 (3%)
Hymenoptera	177 (31%)	73 (26%)	519 (68%)	95 (17%)
Lepidoptera	0	0	4	2
Mecoptera	1	0	0	0
Всего	574	282	766	555

Мы провели несколько тестов пропорций для деревни Волково и деревни Карцево и некоторых отрядов насекомых, таких как Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera. Общее число насекомых по отрядам мы можем видеть в Таблице 1.

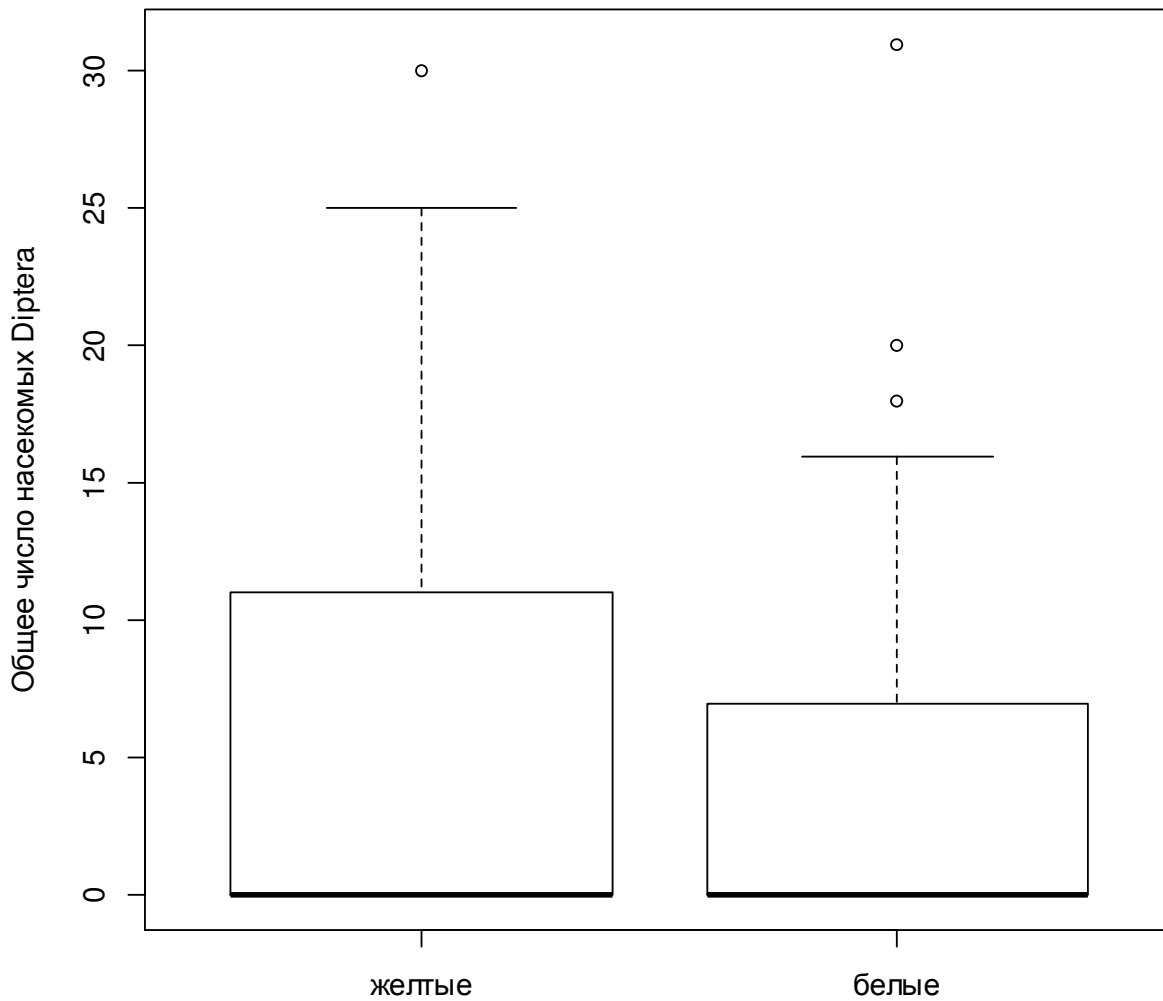


Рис.4 Число представителей отряда Diptera, пойманных в ловушки разного цвета в деревне Волково

При анализе массовых таксонов в деревне Волково мы выяснили, что в желтые ловушки насекомых из отряда Diptera попадает достоверно больше, чем в белые (тест пропорций, $p = 2 \times 10^{-16}$, таблица 1)

Статистически значимых различий между числом насекомых из отряда Hymenoptera, попавших в ловушки разных цветов, не выявлено (тест пропорций, $p = 0,15$, таблица 1)

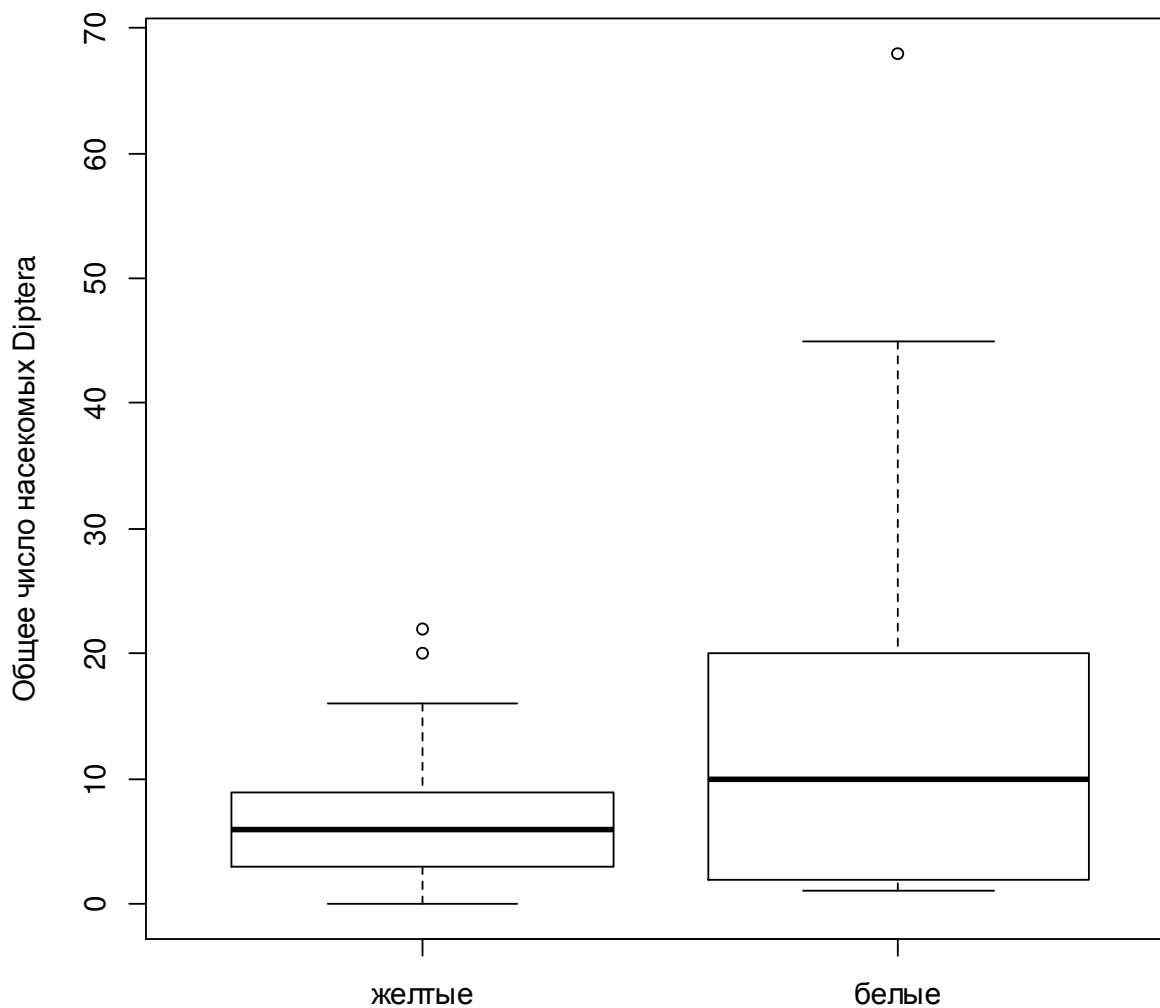


Рис.5 Число представителей отряда Diptera, пойманных в ловушки разного цвета в деревне Карцево

При анализе массовых таксонов в деревне Карцево мы выяснили, что в белые ловушки насекомых из отряда Diptera попадает достоверно больше, чем в желтые (тест пропорций, $p < 2.2 \times 10^{-16}$)

При анализе массовых таксонов в деревне Карцево мы выяснили, что в белые ловушки насекомых из отряда Coleoptera попадает достоверно больше, чем в желтые (тест пропорций, $p = 0,01$)

Статистически значимых различий между числом насекомых из отряда Hemiptera, попавших в ловушки разного цвета, не выявлено (тест пропорций, $p = 0,1$)

При анализе массовых таксонов в деревне Карцево мы выяснили, что в желтые ловушки попадает достоверно больше насекомых из отряда Hymenoptera, чем в белые (тест пропорций, $p < 2.2 \times 10^{-16}$)

Число насекомых двух отрядов по размерным классам (II, III, IV), пойманных в деревне Карцево и деревне Волково в ловушки разного цвета.

Таблица 2

	Деревня Волково						Деревня Карцево					
	Белые			Желтые			Белые			Желтые		
	II	III	IV	II	III	IV	II	III	IV	II	III	IV
Diptera	59	126	10	113	143	30	252	30	12	157	118	56
Hymenoptera	9	62	8	51	211	25	74	16	2	482	29	4

По таблице 1 мы увидели 2 крупных таксона, которые численно описаны в таблице 2. Мы провели несколько тестов пропорций для

деревни Волково и деревни Карцево и некоторых отрядов насекомых по размерам, таких как Diptera, Hymenoptera.

Деревня Волково:

1. При анализе массовых таксонов по размерным классам мы выяснили, что в белые ловушки попадает достоверно больше насекомых из отряда Diptera II размерного класса, чем в желтые (тест пропорций, $p = 0,04$)
2. При анализе массовых таксонов по размерным классам мы выяснили, что в белые ловушки попадает достоверно больше насекомых из отряда Diptera III размерного класса, чем в желтые (тест пропорций, $p = 0,003$)
3. Статистически значимых различий между числом насекомых из отряда Diptera IV размерного класса, попавших в разные ловушки, не выявлено (тест пропорций, $p = 0,05$)
4. Статистически значимых различий между числом насекомых из отряда Hymenoptera II размерного класса, попавших в разные ловушки, не выявлено (тест пропорций, $p = 0,24$)
5. Статистически значимых различий между числом насекомых из отряда Hymenoptera III размерного класса, попавших в разные ловушки, не выявлено (тест пропорций, $p = 0,45$)
6. Статистически значимых различий между числом насекомых из отряда Hymenoptera IV размерного класса, попавших в разные ловушки, не выявлено (тест пропорций, $p = 0,87$)

Деревня Карцево:

1. При анализе массовых таксонов по размерным классам мы выяснили, что в белые ловушки попадает достоверно больше

- насекомых из отряда Diptera II размерного класса, чем в желтые (тест пропорций, $p = 0, 2 \times 10^{-6}$)
2. При анализе массовых таксонов по размерным классам мы выяснили, что в белые ловушки попадает достоверно больше насекомых из отряда Diptera III размерного класса, чем в желтые (тест пропорций, $p = 8 \times 10^{-4}$)
 3. При анализе массовых таксонов по размерным классам мы выяснили, что в белые ловушки попадает достоверно больше насекомых из отряда Diptera IV размерного класса, чем в желтые (тест пропорций, $p = 0,01$)
 4. При анализе массовых таксонов по размерным классам мы выяснили, что в белые ловушки попадает достоверно больше насекомых из отряда Hymenoptera II размерного класса, чем в желтые (тест пропорций, $p = 6 \times 10^{-5}$)
 5. При анализе массовых таксонов по размерным классам мы выяснили, что в белые ловушки попадает достоверно больше насекомых из отряда Hymenoptera III размерного класса, чем в желтые (тест пропорций, $p = 2 \times 10^{-4}$)
 6. Статистически значимых различий между числом насекомых из отряда Hymenoptera IV размерного класса, попавших в разные ловушки, не выявлено (тест пропорций, $p = 0,5$)

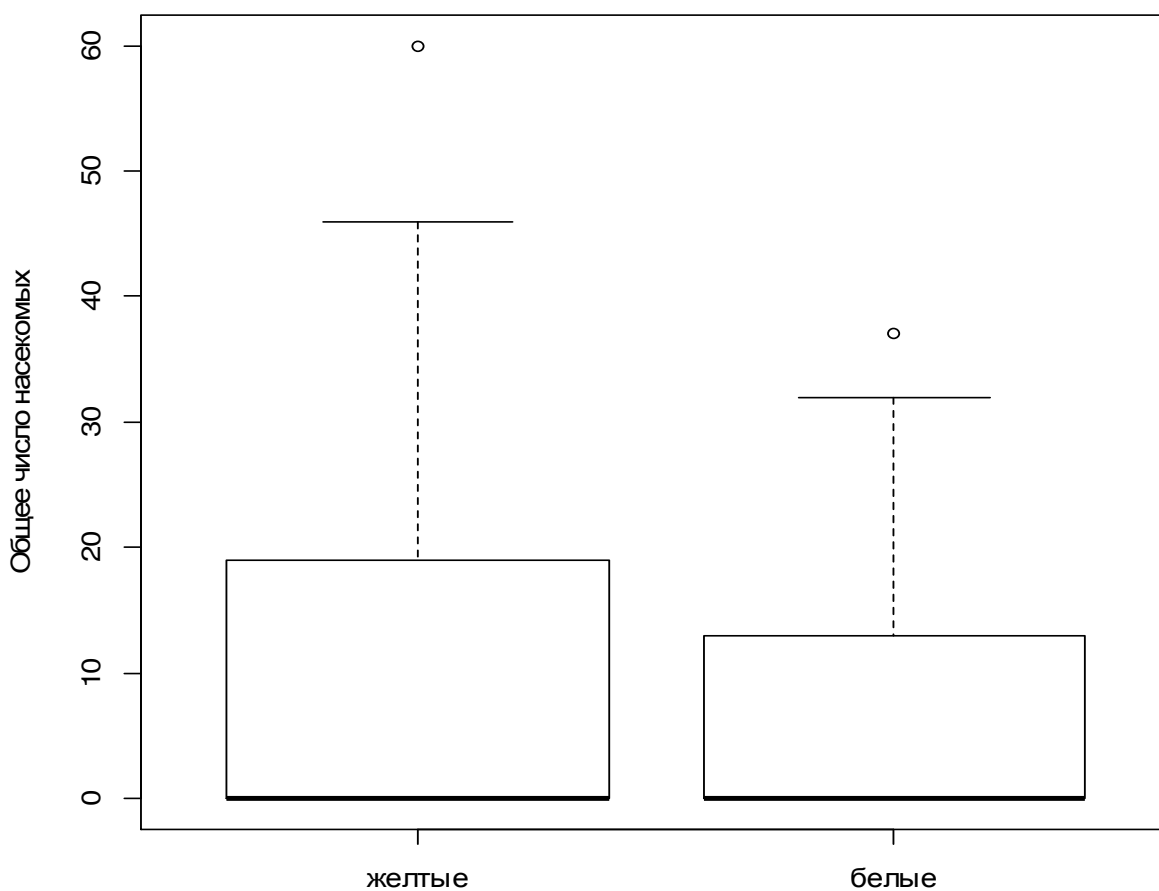


Рис. 6. Общее число насекомых, пойманных в дер. Волково (выбросы, минимум-максимум, квартильный размах, медиана) (тарелочки: 1 – желтые, 2 – белые).

Статистических различий между числом насекомых и цвета ловушек в деревне Волково не выявлено (тест Вилкоксона, $p = 0,08$).

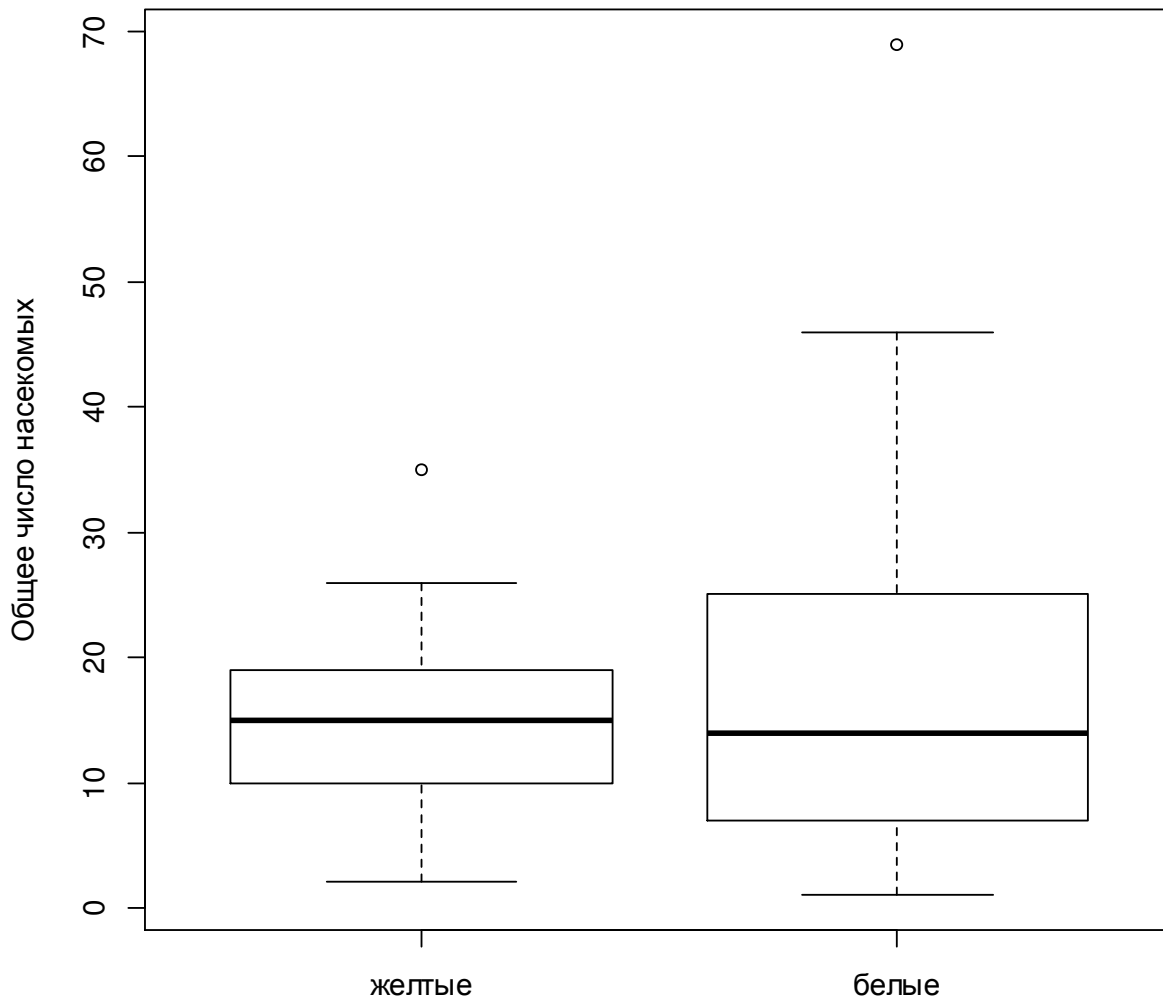


Рис. 7. Общее число насекомых, пойманных в дер. Карцево (выбросы, минимум-максимум, квартильный размах, медиана) (тарелочки: желтые, белые).

Статистических различий между числом насекомых и цветом ловушек в деревне Карцево не выявлено (тест Вилкоксона, $p = 0,63$)

Обсуждение

По опытам в прошлом мы увидели, что в ловушки белого цвета попадалось меньшее число насекомых, чем в ловушки другого цвета (см. Введ.). В наших опытах это не подтвердилось. По статистическим тестам в белые ловушки попадает насекомых больше, чем в желтые, хотя в данных мы увидели, что в желтые тарелочки попадает насекомых больше (см. Табл. 1, 2). Это может следовать из того, что мы провели недостаточное число опытов.

По таблице 1, 2 мы видим, что самое большое число насекомых в ловушках – это представители отрядов Diptera и Hymenoptera. Это объясняется тем, что ловушки Мерике являются более эффективными ловушками для сбора насекомых отрядов Diptera и Hymenoptera, в отличие от других отрядов

Из наших результатов, связанных со сравнением таксономического состава по размерным классам, видно, что в итоге насекомых из отряда Hymenoptera недостаточно, чтобы точно говорить о различиях. Также видно, что насекомых из отряда Diptera II, III, IV размерного класса легче ловить в ловушки белого цвета в обеих деревнях, что подтвердили статистические тесты (см. результаты). По остальным отрядам нельзя проводить анализ из-за недостаточного числа насекомых (см. табл. 1).

Мы не учитывали погодные условия в ходе наших опытов, поэтому мы хотели бы в будущем посмотреть, есть ли зависимость улова насекомых от погодных условий.

Также интересно было бы изучить таксономический состав при большем числе опытов. Это помогло бы рассчитать точнее разницу между числом насекомых в разных ловушках.

Выводы

1. В ловушки желтого и белого цвета были пойманы насекомые из отрядов Diptera, Dermoptera, Hymenoptera, Hemiptera, Mecoptera и Coleoptera. Выяснилось, что в белые ловушки было поймано больше экземпляров из отрядов Diptera и Hymenoptera, чем в желтые в обоих местах сбора.
2. Насекомых всех отрядов в сумме (Diptera, Dermoptera, Hymenoptera, Hemiptera, Mecoptera и Coleoptera) попадает больше в желтые ловушки (1340), чем в белые (837) в обоих местах сбора (см. табл. 1).
3. Насекомых из отряда Diptera II, III, IV размерных классов, по-видимому, лучше ловить в белые ловушки. Однако для окончательных выводов необходимы дополнительные данные.
4. Ловушки мерике оказались более эффективными для ловли насекомых из отрядов Diptera и Hymenoptera

Благодарности

Благодарим Полину Андреевну Волкову за помощь при статистической обработке данных. Благодарим С.Н. Лысенкова за рецензию к работе.

Список литературы

Брем А.Э., 1868—1878. Жизнь животных. Том 3. Членистоногие: трилобиты, хелицеровые, трахейнодышащие. Онихофоры / под редакцией М. С. Гилярова, Ф. Н. Правдина, гл. ред. В. Е. Соколов. — 2-е изд, перераб. — М.: Просвещение, 1984. — 463 с.

Волкова П.А., Шипунов А.Б., 2012. Статистическая обработка данных в учебно-исследовательских работах. Москва: Форум. 96 с.

Голуб В.Б., Цуриков М.Н., Прокин А.А., 2012. Коллекции насекомых: сбор, обработка и хранение материала. Москва: Товарищество научных изданий КМК. 339 с.

Горностаев Г. Н. Определитель отрядов и семейств насекомых фауны России, Логос, 1999 — 176 с.

Фурсов В.Н., 2003. Как собирать насекомых-энтомофагов (сбор, содержание и выведение паразитических перепончатокрылых насекомых). Киев: Логос. 66с.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, 2015. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.R-project.org/>

Zhang Z-O, 2013. Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness // *Zootaxa* V. 3703. P. 1—82.

Приложение

Петров П.Н., 2014. Ключ для определения (определятельная таблица) отрядов крылатых (в том числе вторично утративших крылья) насекомых, обычных в России (кроме бескрылых муравьев и прямокрылых)

1. Крылья (хотя бы одна пара) имеются..... 3.
– Крылья отсутствуют 2.

2 (1). Задние ноги прыгательные (увеличенные, с длинными голеньями и длинными толстыми бедрами) отряд БЛОХИ.
– Задние ноги ходильныеотряд ВШИ.

3 (1). Крыльев две пары 4.
– Крыльев одна пара: задние крылья преобразованы в небольшие булавовидные органы равновесия — жужжальца отряд ДВУКРЫЛЫЕ.

4 (2). Передняя пара крыльев преобразована в надкрылья (более или менее жесткие структуры, прикрывающие заднюю пару крыльев и не служащие для полета) 5.
– Передняя пара крыльев не преобразована в надкрылья и используется для полета..... 8.

5 (4). Одно надкрылье в покое не налегает на другое: они оба соприкасаются на всем протяжении вдоль средней линии тела, ротовой аппарат грызущий..... 6.
– Одно надкрылье в покое налегает на другое, ротовой аппарат грызущий или колюще-сосущий..... 7.

6 (5). На конце брюшка имеется жесткая хватательная вилка, надкрылья обычно оставляют неприкрытой большую часть брюшка отряд УХОВЕРТКИ.
– Вилка на конце брюшка отсутствует, надкрылья обычно оставляют неприкрытой значительную часть брюшка отряд ЖЕСТКОКРЫЛЫЕ (ЖУКИ).

7 (5). Одно надкрылье налегает на другое лишь частично, в задней трети тела, ротовой аппарат колюще-сосущий отряд

РАВНОКРЫЛЫЕ ХОБОТНЫЕ или **ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫЕ**, подотряд КЛОПЫ.

– Надкрылья в покое налегают друг на друга почти полностью, начиная от основания отряд ТАРАКАНЫ.

8 (4). На конце брюшка имеется три хвостовые нити отряд ПОДЕНКИ.
– На конце брюшка имеется два придатка (церки), или же и они отсутствуют 9.

9 (8). Задние крылья сравнимы по размерам с передними 10.
– Задние крылья заметно меньше передних..... 11.

10 (9). Голова спереди вытянута в головотрубку, на конце которой, на значительном удалении от глаз, располагается ротовой аппарат, половой аппарат на конце брюшка самца напоминает жало скорпиона..... отряд СКОРПИОННИЦЫ.
– Голова не вытянута в головотрубку, ротовой аппарат находится рядом с глазами отряд СТРЕКОЗЫ.

11(9). Ротовой аппарат колюще-сосущий в виде членистого хоботка..... отряд РАВНОКРЫЛЫЕ ХОБОТНЫЕ или ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫЕ, подотряд ЦИКАДОВЫЕ.
– Ротовой аппарат сосуще-лижущий (в виде нечленистого хоботка), грызущий, грызуще-лижущий или отсутствует 12.

12 (9). Большая часть поверхности крыльев покрыта волосками или чешуйками 13.
– Большая часть поверхности крыльев голая отряд ПЕРЕПОНЧАТОКРЫЛЫЕ.

13 (11). Крылья покрыты чешуйками отряд ЧЕШУЕКРЫЛЫЕ (БАБОЧКИ).
– Крылья покрыты волосками отряд РУЧЕЙНИКИ.

Прил. 1 Бланк для учета насекомых

Ловушки «Тарелочки»

№ бланка:

Место сбора:

Время начала сбора:

Сборщики:

№ п/п	Отряд	Белые ловушки					Желтые ловушки				
		Число экземпляров каждого размерного класса					Число экземпляров каждого размерного класса				
		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											