

Московская гимназия на Юго-Западе № 1543 им. народного учителя
Российской Федерации Ю. В. Завельского

Сравнение эффективности белых, желтых и прозрачных ловушек Барбера на территории стационара «Сунога» (Некоузский район Ярославской области)

Выполнили работу учащиеся 9-го «Б» класса:

Эмила Денисовна Пачулия

Дарья Ярославовна Станко

Научный руководитель:

к. б. н. Петр Николаевич Петров

Москва
2025

Введение

Членистоногие — самый богатый видами тип живых существ, включающий примерно 1,3 миллионов видов, известных науке (Zhang, 2013). Насекомые — самая разнообразная группа этого типа — около 80 % видов членистоногих.

Роль членистоногих в жизни человека играет очень большое значение. Изучение различных видов, размеров и таксономических групп членистоногих помогает широко узнать о разнообразии этой группы. Это, в свою очередь, позволяет выявить опасные виды, а последующее изучение помогает в медицине: при разработке лекарств и вакцин против переносчиков заболеваний.

Для ловли и дальнейших исследований членистоногих используются различные ловушки. Один из используемых видов ловушек — ловушки Барбера (рис. 1). Они представляют собой стеклянные цилиндры или стаканы, закопанные в почву (Barber, 1931). Их действие заключается в случайном попадании туда ползающих и летающих членистоногих.

Бухгольц с соавт. (Buchholz et al., 2010) исследовали влияние цвета ловушек Барбера на эффективность отлова. В данном исследовании изучалась численность семи групп членистоногих (Apidae, Araneae, Carabidae, Diptera, Formicidae, Isopoda, Vespinae), пойманных в ловушки разных цветов (белые, желтые, зеленые, коричневые). Эксперимент проводился на двух участках: на лугу с редкой растительностью и на лугу с густой растительностью, а ловушки устанавливались в виде сетки. В белые и желтые ловушки были пойманы особи групп Apidae, Araneae, Carabidae, Diptera и Formicidae. Isopoda были наиболее многочисленны в уловах зеленых и коричневых ловушек.

Для поимки членистоногих также используются ловушки Мёрике (рис. 2). Впервые они были описаны немецким исследователем Фолькером Мёрике в 1951 году (Moericke, 1951). Он исследовал восприятие цвета персиковой тли и в результате установил, что именно окраска ловушек (зеленая или желтая) влияет на восприятие их насекомыми как цветков.

Восприятие пчелами цвета ловушки Мёрике также исследовали Банашак с соавт. (Banaszak et al., 1994). Авинент с соавт. (Avinent et al., 1991) сравнивали эффективность желтых и зеленых ловушек Мёрике и лесковых ловушек для тли, переносящей вирус оспы слив.

Как можно заметить, сравнение разнообразных типов и цветов ловушек является распространенной темой для исследовательских работ. Эти сравнения проводились и учениками нашей школы № 1543.

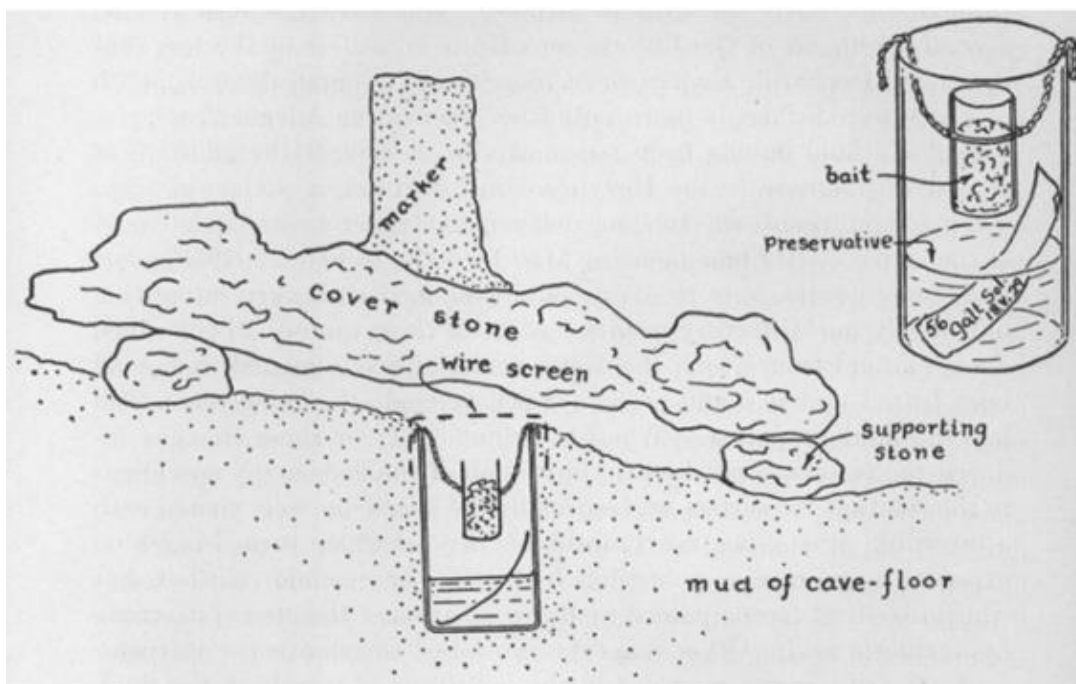


Рис. 1. Ловушка Барбера, которую он использовал в своих опытах (Barber, 1931). В почву на дне пещеры (mud of cave-floor) помещался стаканчик, в котором находился стеклянный цилиндр с приманкой из мяса (bait). Сетка из проволоки (wire screen) использовалась для исключения попадания в ловушку мелких млекопитающих. Стаканчик был заполнен фиксирующей жидкостью (preservative) с этикеткой. Ловушка была закрыта камнем (cover stone), немного приподнятым над землей с помощью других камней (supporting stones). Место ловушки помечалось меткой (marker).

Заренкова и Климанова (2018) сравнивали эффективность белых и желтых ловушек Мёрике. В результате, они получили, что в ловушки желтого цвета чаще попадают представители отрядов Diptera и Hymenoptera, чем в белые. На эффективность ловушек Мёрике влияют показатели температуры и погодные условия. Насекомые отрядов Diptera и Hymenoptera второго размерного класса лучше ловятся на лугу, чем на поляне смешанного леса.

Панова и Соколов (2016) проводили работу 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). Целью их работы являлось выявление зависимости числа и состава пойманных насекомых от цвета ловушки. Исследователи сделали выводы, что насекомые всех отрядов в сумме (Diptera, Dermoptera, Hymenoptera, Hemiptera, Mecoptera и Coleoptera) попадают больше в желтые ловушки (1340), нежели в белые (837) в обоих местах сбора. В белые ловушки было поймано больше экземпляров из отрядов Diptera и Hymenoptera, чем в желтые.



Рис. 2. Ловушка, использованная Мёрике в своих опытах (Moericke, 1951). Жестяная чаша диаметром 22 см и высотой 6 см была заполнена фиксирующей жидкостью на 1–2 см. Ловушка устанавливалась немного выше растений с помощью подставки из трех деревянных планок. Такие ловушки используются в основном для ловли летающих насекомых.

Фадеева с соавт. (Фадеева и др., 2018) сравнивали эффективность ловушек Мёрике в зависимости от отдушки детергента в Нижне-Свирском заповеднике. Значимой разницы между числом насекомых в ловушках с разными отдушками исследователям выявить не удалось, на примере отряда *Diptera* II (длина тела больше или равно 1 мм и меньше 5 мм) и III (больше или равно 5 мм и меньше 10 мм) размерных классов, отдельно рассмотренных, предпочтений по запахам при природных и погодных условиях не заметили.

Измоденова с соавт. (2019), также сравнивали эффективность ловушек Мёрике в зависимости от отдушки детергента в Нижне-Свирском заповеднике. В своей работе исследователи выявили статистическую разницу во второй и третий день. Они предположили, что на уловистость ловушек могут влиять погодные или другие условия, т. к. в первый день статистической разности не выявлено.

Ерохина с соавт. (Ерохина и др., 2020) рассматривали ту же цель, что и две предыдущие работы. Они проводили два эксперимента в разных местах. Первый эксперимент был проведен в Адлерском районе, парк «Южные культуры», второй – в Московской области, в Щёлковском районе. По их результатам были получены следующие данные: в Щёлковском районе большое разнообразие отрядов членистоногих по сравнению с Адлерским, значимого различия числа пойманных членистоногих в зависимости от отдушки детергента выявить не удалось, хотя в Адлерском районе отряд *Isopoda* попадался в большом количестве только в ловушку без ароматизатора.

Ушакова с соавт. (2023) сравнили эффективность ловушек Барбера и Мёрике в Ярославской области, Некоузском районе, округ стационара «Сунога» Института биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН и пришли к выводам: в ловушки Мёрике попадались членистоногие отрядов Diptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Hemiptera, Oribatida, Odonata, Poduromorpha, Entomobryomorpha, Symphypleona и Acariformes, кроме Coleoptera, Araneae и Polydesmina. В пересчете на единицу площади, эффективность ловушек Барбера намного выше, чем ловушек Мёрике, а членистоногие I размерного класса попадались наиболее часто.

Валиуллина с соавт. (Валиуллина и др., 2024) провели эксперимент на сравнение эффективности ловушек Барбера в Ярославской области, Некоузском районе, округ стационара «Сунога» Института биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН по цветам, а именно эффективность желтых, белых и прозрачных ловушек. В результате, им удалось выяснить, что в белые, желтые и прозрачные ловушки ловились членистоногие отрядов Diptera, Hymenoptera, Coleoptera, Hemiptera, Mecoptera, Orthoptera, Thysanoptera, Symphypleona, Poduromorpha, Entomobryomorpha, Polydesmina, Lithobiomorpha, Araneae, Opiliones и надотряда Acariformes. Уловистость цветных ловушек (белых и желтых) в проведенном эксперименте была в 1,7 раза выше, чем в прозрачных. Наиболее часто попадающимися в ловушки были членистоногие размером 1–5 мм. В белые ловушки больше, чем в желтые, попадают членистоногие размером менее 1 мм, 1–5 мм, более 20 м, а в желтые 5–20 мм. Выявлена сопряженность размеров членистоногих с цветом для белых и желтых ловушек.

Мы решили повторить данный эксперимент в связи с тем, что нашим предшественникам не удалось выявить значимой разницы между белыми с желтыми и желтых с прозрачными, т.к. были допущены некоторые ошибки. Также при анализе данных происходили утери содержимого из ранее поставленных ловушек, а также в прошлый и текущий года сильно отличаются погодные условия, из-за которых следует полагать, что результаты будут отличаться.

Цель работы: сравнить эффективность желтых, прозрачных и белых ловушек Барбера в окрестности стационара «Сунога».

Задачи:

1. Изучить таксономический состав пойманных в ловушки членистоногих, определив их до отряда, а некоторых до семейства;
2. Исследовать влияние цвета ловушек на состав размерных классов членистоногих, попадающихся в них;
3. Оценить влияние цвета ловушек на их уловистость;
4. Исследовать зависимость уловистости ловушек от погодных факторов;
5. Сравнить результаты нашей работы с результатами предыдущих лет.

Материалы и методы

Мы собирали материалы в Ярославской области, Некоузском районе, округ стационара «Сунога» (2 км Ю поселка Борок) Института биологии внутренних вод имени И. Д. Папанина РАН (рис. 6).

Использовали ловушки Барбера белого, желтого и прозрачного цвета (стаканчики, верхним диаметром 6,5 см, диаметром дна 4 см и глубиной 9,5 см марки «АВМ-Пластик»). Раствор для поимки насекомых готовили из воды, набранной из артезианской скважины на территории стационара «Сунога» и моющего средства «Faigy» без отдушки (5 мл моющего средства на 5 л воды).

В ловушки добавляли по 80 мл раствора.

Эксперимент проводился с 29.06.2025–02.07.2025.

В первый день (29.06.2025) в промежутке времени от 14:10 до 14:37 мы установили по 15 пар ловушек (белых и прозрачных) около старого фундамента: 30 м на север от крыльца энтомологической лаборатории, 5,5 м от старого фундамента на восток (рис. 3). Ловушки устанавливали по парам разного цвета (рис. 4) с юга на север в шахматном порядке. Между парами стаканчиков оставляли промежуток в 1 м, между стаканами одной пары 5 см. Стаканчики вкапывали в землю так, чтобы их края сравнялись с землей.

Во второй день эксперимента (30.06.2025) мы сняли и пронумеровали стаканы первого дня (белые и прозрачные), установили и залили свежим раствором новые желтые и прозрачные ловушки в промежутке времени от 14:10 до 14:30, закрепляя гвоздями края для того, чтобы дождевая вода не выталкивала стаканы из лунок. Пробы из ловушек собрали в чашки Петри и определили членистоногих до отряда, самых частых до семейств, положив в матрасики, часть представителей семейств смонтировали. Результаты записали в бланк № 1.

В третий день (01.07.2025) мы сняли и пронумеровали стаканы второго дня (желтые и прозрачные), установили и залили свежим раствором новые желтые и белые ловушки в промежутке времени от 14:10 до 14:36, также закрепив гвоздями края. Пробы из ловушек собрали в чашки Петри и определили. Результаты записали в бланк № 2.

В четвертый день (02.07.2025) в промежутке времени от 14:10 до 14:22 также собрали пробы из ранее поставленных ловушек и проделали те же действия. Результаты записали в бланк № 3.

Пробы из ловушек перекладывали из чашек Петри на заранее подготовленные ватные матрасики и распределяли на размерные классы с помощью мерной линейки (рис. 5; I – меньше 1 мм, II – 1–5 мм, III – 5–10 мм, IV – 10–20 мм, V – больше 20 мм). Описали окружающую растительность площадью 20 × 5 м. Других представителей типа Arthropoda помещали в эппендорфы и заливали спиртом. При проведении эксперимента учитывались следующие условия: время установки и снятия ловушек, растительность на

территории проведения, температура воздуха и другие погодные условия в данные промежутки.

Полученные данные мы обрабатывали в среде для статистического анализа R, там же получали все виды визуального представления данных.

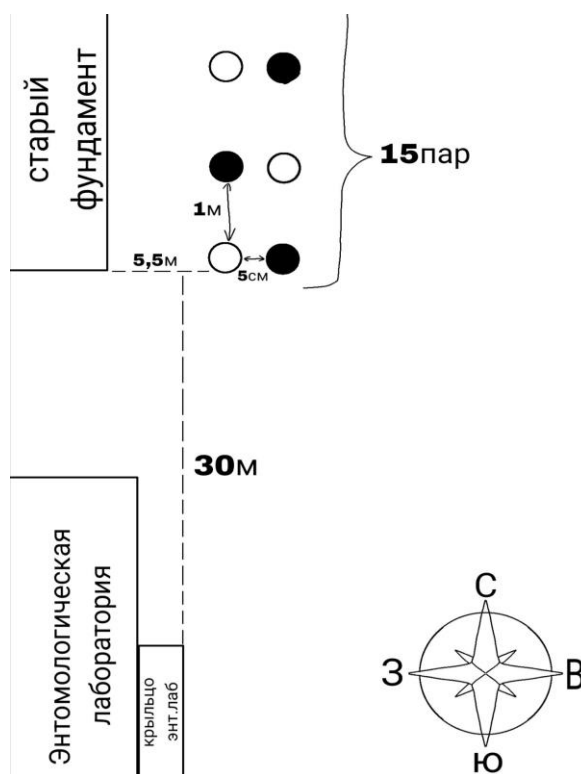


Рис. 3. Схема расположения ловушек. Каждый день устанавливались 15 пар ловушек разных цветов, 30 м на север от крыльца энтомологической лаборатории, 5,5 м от старого фундамента на восток. Стаканчики устанавливались в шахматном порядке, с расстоянием между парами 1 м, а между стаканчиками в паре около 5 см.



Рис. 5. Мерная линейка, использовавшаяся для определения размерного класса членистоногих, которая использовалась нами и нашими предшественниками для измерений (Валиуллина с соавт., 2024).



Рис. 4. Фото пары стаканчиков (белые и прозрачные) в первый день. Ловушки установлены в 30 м от крыльца энтомологической лаборатории на север и в 5,5 м от старого фундамента на восток. Установлено 15 пар стаканчиков в шахматном порядке. Расстояние между каждой парой 1 м, между стаканчиками в паре около 5 см. Края каждого стаканчика сравнивали с землей.



Рис. 6. Карта района проведения эксперимента (Валиуллина с соавт., 2024).

Результаты

Наша работа проводилась при погодных условиях, отраженных в табл. 1.

Таблица 1. Температура воздуха и погодные условия в течение времени эксперимента.

Дата	Время	Температура (°C)	Погодные условия
29.06.2025	12:40	+18°C	Дождь
29.06.2025	23:00	+12°C	
30.06.2025	12:40	+16°C	Дождь
30.06.2025	23:00	+11°C	
01.07.2025	12:40	+15°C	Облачно
01.07.2025	23:00	+12°C	
02.07.2025	12:40	+15°C	Облачно

На площадке, где были установлены ловушки, нам удалось изучить растительность по ярусам: древесный, кустарниковый, травяно-кустарничковый и моховой ярусы.

На нашем участке площадью 20×5 м не было растений древесного яруса. Кустарниковый ярус (табл. 2) занимал около 6 %.

Таблица 2. Характеристика растений кустарникового яруса.

Вид	Покрытие (%)	Высота (см)	Фенофаза
<i>Salix fragilis</i> L.	5	170	Вегетирует
<i>Tilia cordata</i> Mill.	1	150	Вегетирует

Моховой ярус занимал меньше 1% проективного покрытия.

Травяно-кустарничковый ярус (табл. 3) занимал почти 100 % всей площадки.

Участок имел кочки и ямы, присутствовали фонарные столбы и фундамент в радиусе 5 м, почва была сильно вытоптана.

Ниже представлены диаграммы размаха (рис. 7), на которых видно, что в третий день эксперимента кол-во членистоногих отличается от других дней. Также в третий день и в день завершения работы погодные условия отличаются от двух первых дней (первые два дня – дождливо, следующие два дня – облачно). Можно выявить взаимосвязь между погодными условиями и количеством членистоногих, попадающих в ловушки.

Таблица 3. Характеристика растений травяно-кустарничкового яруса.

Вид	Проективное покрытие (%)	Высота (см)	Фенофаза
<i>Lupinus polyphyllus</i> Lindl.	20	100	Цветет,
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	5	100	Цветет,
<i>Phleum pratense</i> L.	1	100	Цветет
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth.	15	140	Цветет
<i>Dactylis glomerata</i> L.	10	100	Плодоносит
<i>Fragaria vesca</i> L.	1	10	Цветет
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	3	10	Цветет
<i>Stellaria graminea</i> L.	2	20	Цветет,
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	5	20	Цветет,
<i>Deshampsia chespitosa</i> (L.) P. Beauv.	2	100	Плодоносит
<i>Carex hirta</i> L.	1	20	Цветет,
<i>Trifolium pratense</i> L.	5	40	Цветет
<i>Medicago lupulina</i> L.	2	20	Цветет
<i>Carex leporina</i> L.	1	20	Цветет
<i>Campanula patula</i> L.	1	40	Плодоносит
<i>Potentilla anserina</i> L.	2	10	Цветет
<i>Galium mollugo</i> L.	1	40	Цветет
<i>Alchemilla vulgaris</i> L.	5	20	Вегетирует
<i>Vicia cracca</i> L.	Меньше 1	40	Плодоносит
<i>Carex pallescens</i> L.	1	40	Цветет,
<i>Hypericum maculatum</i> (L.) Crantz	3	30	Цветет,
<i>Achillea millefolium</i> L.	1	40	Цветет
<i>Agrostis tenuis</i> (L.) Sibth.	10	40	Цветет
<i>Poa pratensis</i> L.	10	50	Вегетирует
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	1	70	Цветет
<i>Knautia arvensis</i> (L.) Duby	1	70	Плодоносит
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	2	100	Цветет
<i>Phalaroides arundinacea</i> (L.) Rauschert.	Меньше 1	150	Цветет
<i>Ranunculus acris</i> L.	Меньше 1	70	Цветет
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	5	50	Вегетирует
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	1	50	Цветет
<i>Myosotis palustris</i> L.	1	20	Цветет
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh ex Retz.) Lej.	Меньше 1	20	Цветет
<i>Elytrigia repens</i> L.	1	20	Цветет
<i>Juncus filiformis</i> L.	Меньше 1	100	Вегетирует
<i>Taraxacum officinale</i> (L.) Weber ex F.H.Wigg.	1	30	Вегетирует
<i>Lusimachia vulgaris</i> L.	Меньше 1	20	Плодоносит
<i>Ajuga reptans</i> L.	5	20	Вегетирует
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	Меньше 1	30	Плодоносит

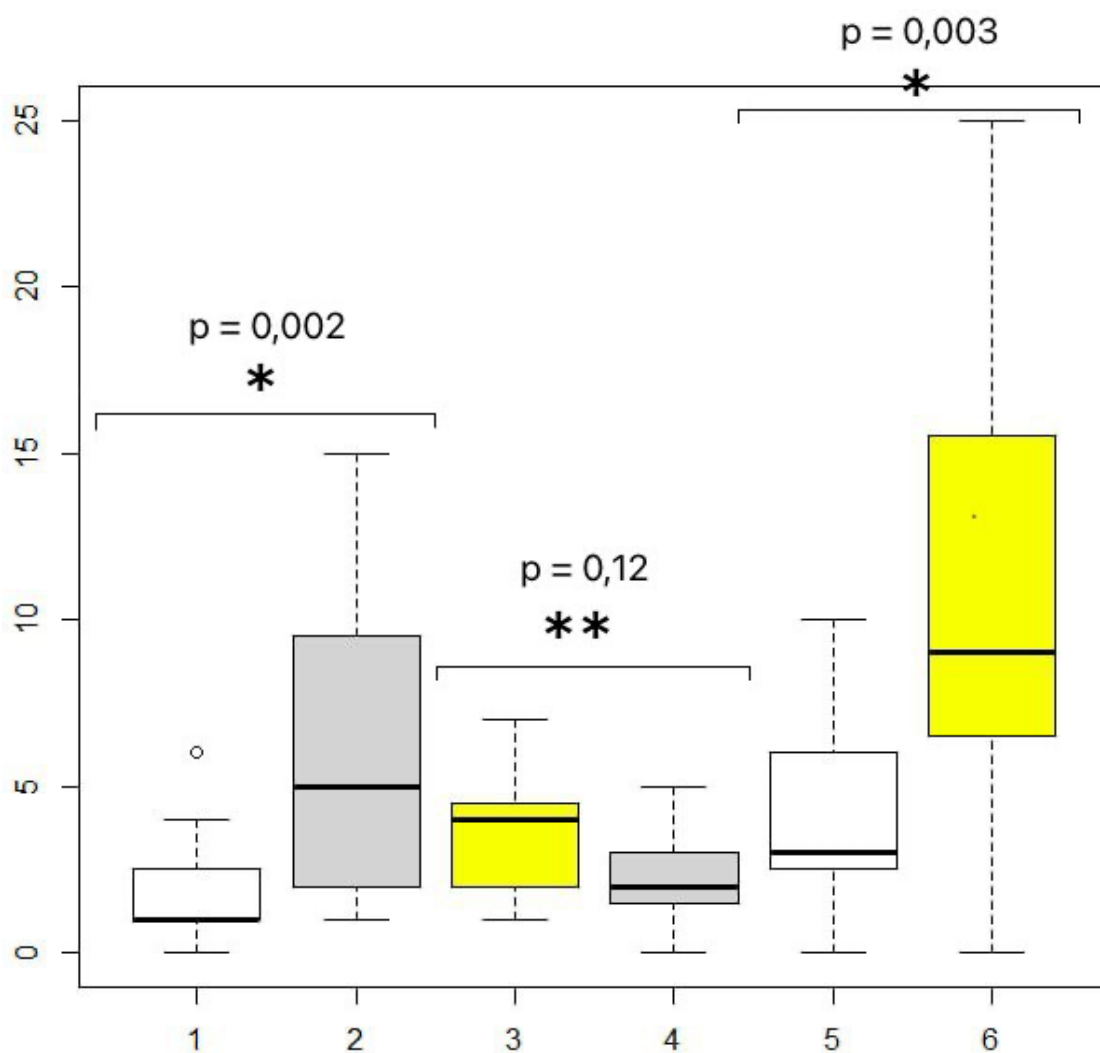


Рис. 7. Диаграммы числа пойманных членистоногих в ловушках каждого цвета в отдельно взятые дни эксперимента. 1, 2 – число членистоногих в белых (белый ящик) и прозрачных (серый ящик) ловушках, установленных в первый день. Нам удалось выявить значимую разницу между уловами белых и прозрачных ловушек (*). Точка – выброс, единственная ловушка из первого дня, в которую было поймано шесть членистоногих. 3, 4 – число членистоногих в желтых (желтый ящик) и прозрачных (серый ящик) ловушках, установленных во второй день. Разницы между уловами желтых и прозрачных ловушек выявить не удалось (**). 5, 6 – число членистоногих в белых (белый ящик) и желтых (желтый ящик) ловушках, установленных в третий день. Удалось выявить значимую разницу между уловами желтых и белых ловушек (*). Линии, идущие от прямоугольника – крайние значения (максимум и минимум). Темная полоса внутри прямоугольника – медиана. Верхний и нижний края прямоугольника – нижний и верхний квартили.

Для проверки предположений, сделанных на основе диаграмм размаха, мы выполнили непараметрические статистические тесты для связанных данных, применяя их к парам ловушек разного цвета, стоящих рядом.

Тесты для связанных данных показали наличие значимой разницы между уловами в желтых и белых ловушках (тест Уилкоксона для связанных данных, $p = 0,003$) и между уловами в белых и прозрачных ловушках (тест Уилкоксона для связанных данных, $p = 0,002$). Значимая разница в уловах между оставшейся парой ловушек (желтые с прозрачными) проведенными тестами не обнаружена (тест Уилкоксона для связанных данных, $p = 0,12$).

Субъективно оценить абсолютные величины характеристик выборок числа членистоногих в ловушках каждого цвета можно по таблице 4. Из таблицы следует, что минимумы ловушек каждого цвета совпадают, а максимумы прозрачных с белыми отличаются в 1,5 раза, максимумы прозрачных с желтыми также в 1,5 раза, а вот желтых с белыми уже в 2,5 раза. Медиана и суммарное число членистоногих в желтых ловушках почти в 2 раза больше, чем в прозрачных и более, чем в 2 раза больше, чем в белых. Медиана и суммарное число членистоногих в белых и прозрачных ловушках почти совпадают.

Таблица 4. Характеристики выборок числа членистоногих в белых, желтых и прозрачных ловушках во все дни.

Характеристика	Цвет ловушки		
	Белые	Желтые	Прозрачные
Минимум	0	0	0
Максимум	10	25	15
Медиана	3	5	3
Суммарное число членистоногих	93	209	127
Среднее арифметическое	3,1	6,96	4,23

Мы построили диаграммы, отображающие соотношение попадающихся в ловушки размерных классов членистоногих (рис. 15). Из них видно, что в ловушках всех цветов в общем преобладал III размерный класс (37%), чуть меньше II (32%), еще на 5,5% меньше I (27,5%), IV составлял всего 3%, а V всего 5-ую часть процента (0,2%). На диаграммах отдельных цветов можно выделить по одному преобладающему классу. В белых и прозрачных – II (38%), в желтых – III (43%).

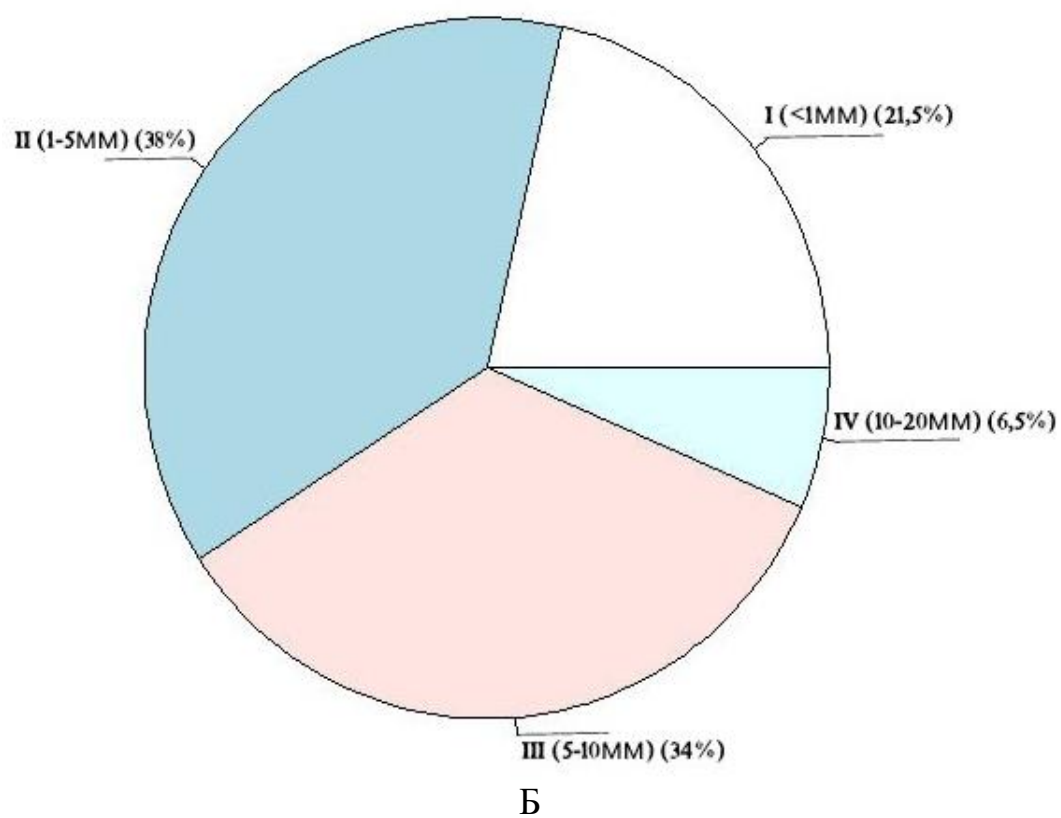
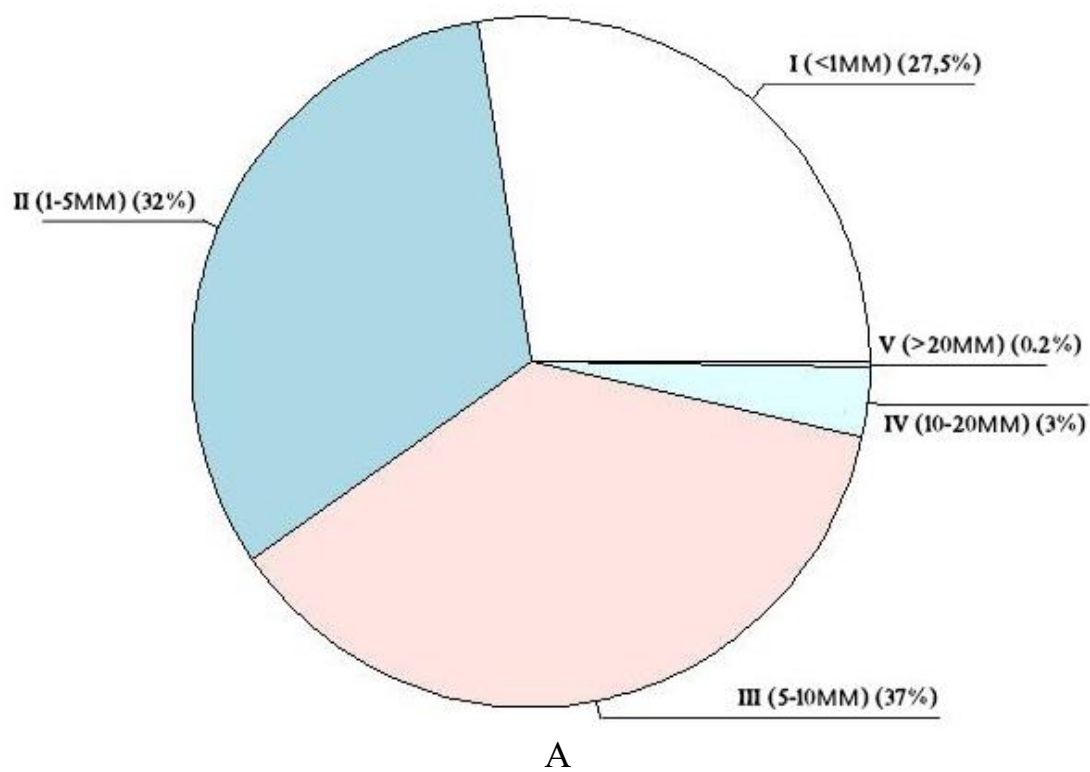


Рис. 15. Соотношение попадающих размерных классов во всех ловушках и в ловушках разных цветов. А – во всех, Б – в белых.

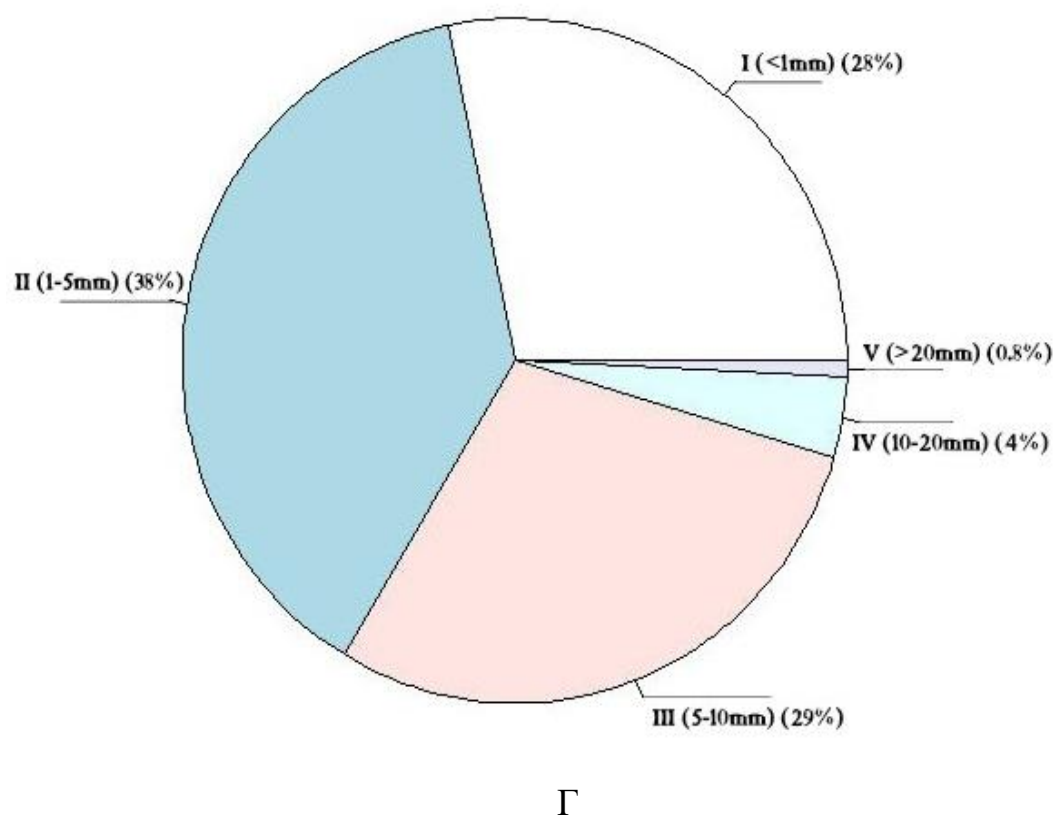
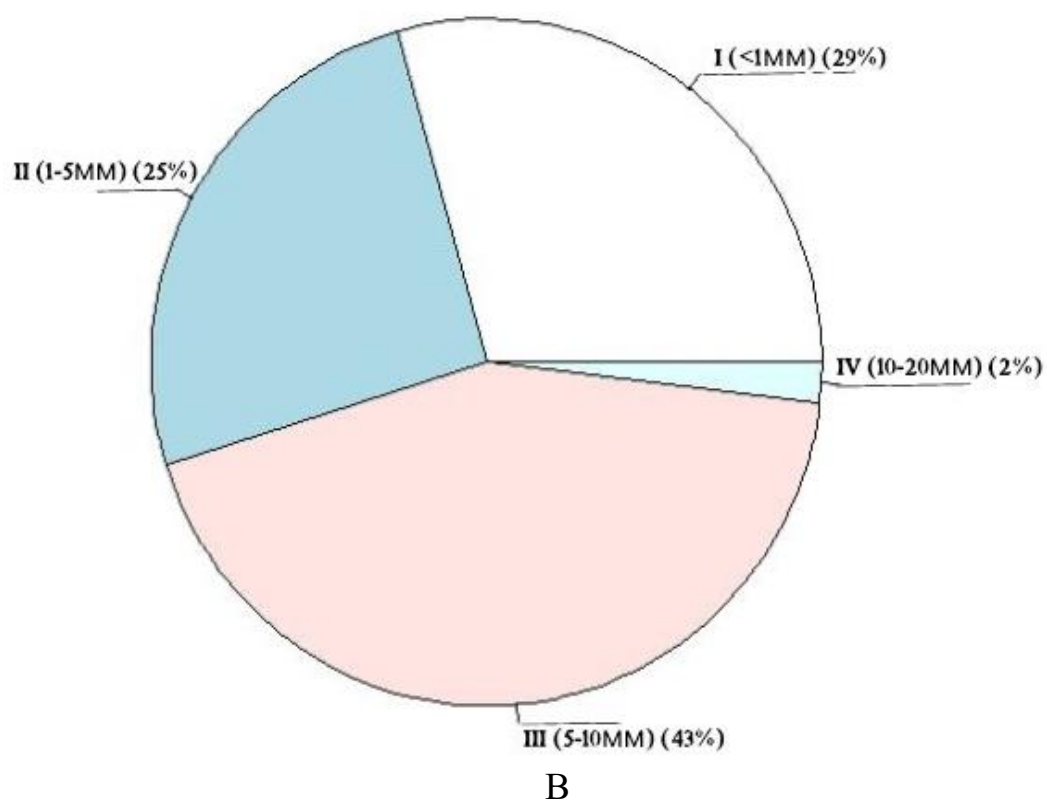


Рис. 15. Соотношение попадающих размерных классов во всех ловушках и в ловушках разных цветов. В – в желтых, Г – в прозрачных.

В таблице 5 собраны данные уловов в ловушках каждого цвета, распределенные по размерным классам, за все время проведения работы. Из данных в этой таблице видно, что в ловушках всех цветов наиболее часто попадающийся был III размерный класс, при этом наибольшее число членистоногих этого размерного класса попало в желтые ловушки. Затем по частоте попаданий в ловушки следует II размерный класс, наибольшее число членистоногих этого размерного класса также попало в желтые ловушки. Немного уступает II размерному классу I размерный класс, еще больше IV, а V совсем мало.

Таблица 5. Среднее число членистоногих каждого размерного класса в ловушках каждого цвета.

Цвет ловушки	Среднее число членистоногих по размерным классам				
	I	II	III	IV	V
Белый	0,67	1,17	1,07	0,2	0
Желтый	2,03	1,77	3,00	0,13	0
Прозрачный	1,23	1,67	1,27	0,17	0,03

Для выявления зависимости размерного состава уловов в ловушках от их цвета мы использовали статистический тест хи квадрат. При сравнении уловов в белых ловушках с уловами в желтых мы выявили сопряженность с цветом (тест хи квадрат, $p = 0,008$), а при сравнении уловов в желтых и белых с уловами в прозрачных такой сопряженности выявить не удалось (тест хи квадрат, $p = 0,14$ и $0,93$ соответственно).

Мы проанализировали соотношение отрядов во всех ловушках, а также в ловушках каждого цвета по отдельности (рис. 16). За все время проведения эксперимента самым частым отрядом, значительно отличающимся от всех остальных было Diptera (71%), следующим по значимости было отрядом Hymenoptera (16%), а затем Coleoptera (5%). Остальные 4 отряда составили менее 10%: Thysanoptera – 4%, Araneae – 3%, Hemiptera – 1%, Isopoda – 0,2%.

В белых ловушках значительно преобладали представители отряда Diptera (85%). Также немало попались представители отряда Hymenoptera (8,6%), а также попадались представители отрядов Coleoptera (3%), Thysanoptera (2%) и Isopoda (1%).

В прозрачных ловушках также преобладали представители отряда Diptera (61%), совсем немало представителей отряда Hymenoptera (22%), а также немало представителей отрядов Coleoptera (5%), Thysanoptera (5,5%) и Araneae (5%).

В желтых ловушках также преобладали представители отряда Diptera (69%), также немало было представителей отряда Hymenoptera (16%) и Thysanoptera (9%), а также попадались представители отрядов Coleoptera (6%), Araneae (3%) и Hemiptera (2%).

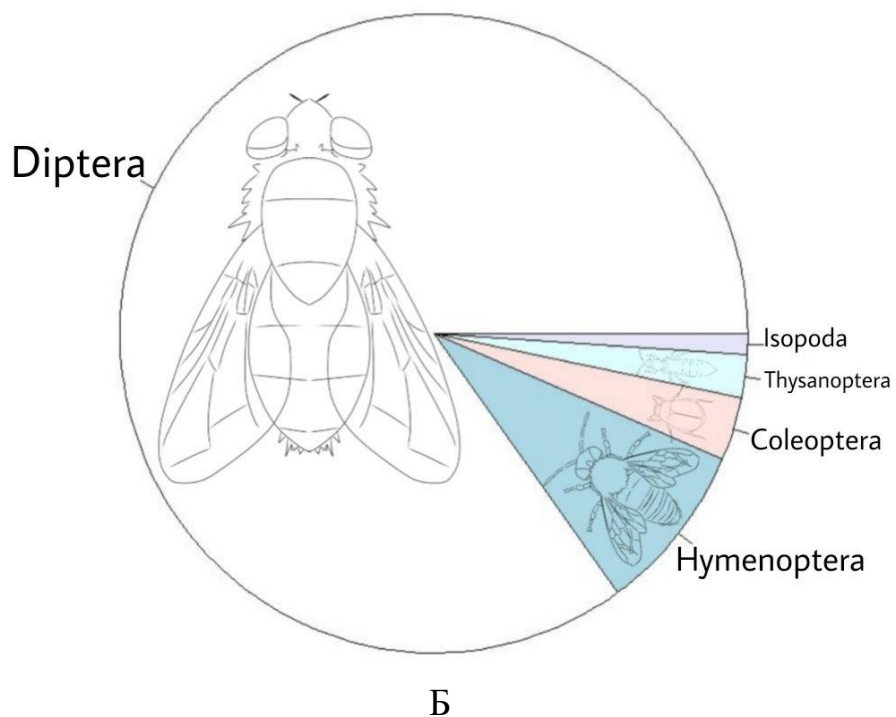
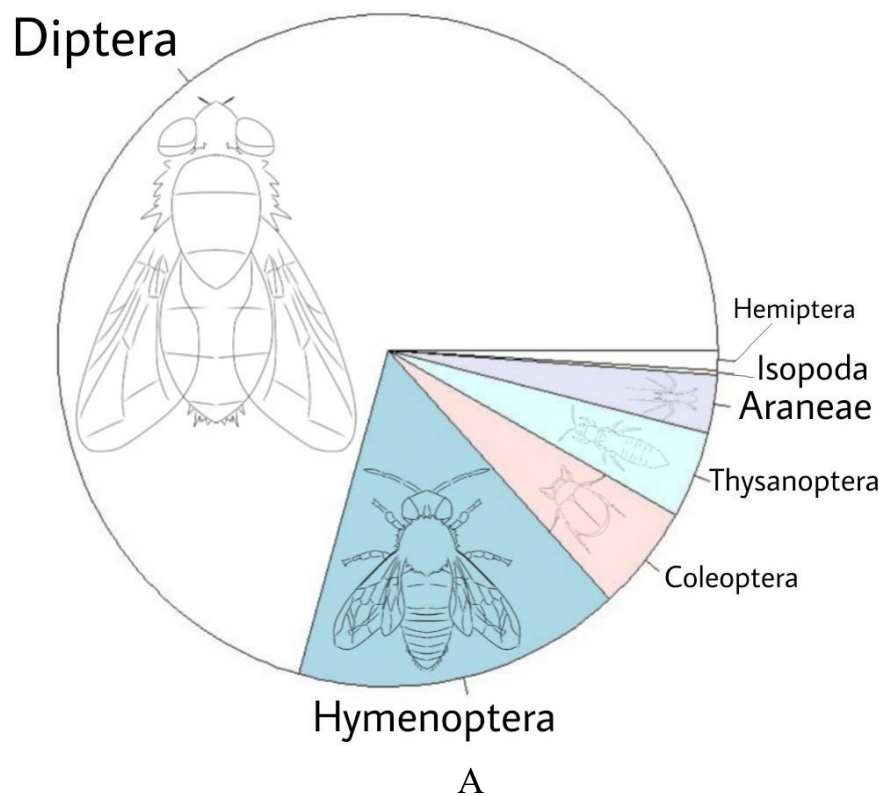


Рис. 16. Соотношение таксонов пойманных членистоногих в ловушках разных цветов. А – во всех ловушках, 1 – Diptera, 2 – Hymenoptera, 3 – Coleoptera, 4 – Thysanoptera, 5 – Araneae, 6 – Isopoda, 7 – Hemiptera. Б – в белых ловушках, 1 – Diptera, 2 – Hymenoptera, 3 – Coleoptera, 4 – Thysanoptera, 5 – Isopoda.

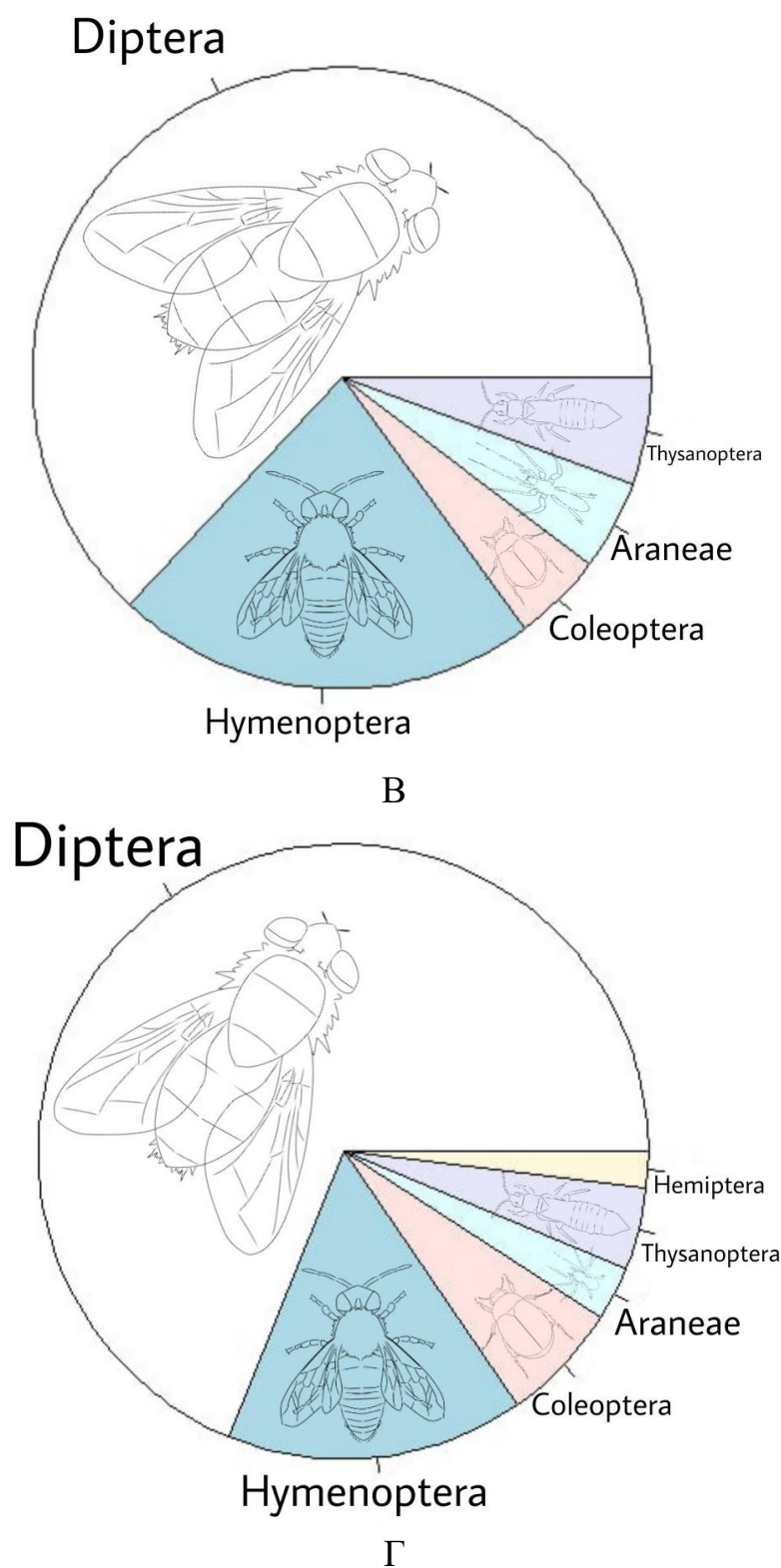


Рис. 16. Соотношение таксонов пойманных членистоногих в ловушках разных цветов. В – в прозрачных ловушках, 1 – Diptera, 2 – Hymenoptera, 3 – Coleoptera, 4 – Araneae, 5 – Thysanoptera. Г – в желтых ловушках, 1 – Diptera, 2 – Hymenoptera, 3 – Coleoptera, 4 – Araneae, 5 – Thysanoptera, 6 – Hemiptera.

В ловушки попались различные таксоны членистоногих, наличие или отсутствие, а также и число которых представлено в таблице (табл. 6).

Таблица 6. Число членистоногих разных таксонов в ловушках разных цветов за все время эксперимента.

Таксон	Цвет ловушек		
	Белый	Желтый	Прозрачный
Diptera	79	144	80
Hymenoptera	8	33	28
Coleoptera	3	13	6
Hemiptera	0	4	0
Thysanoptera	2	9	7
Araneae	0	6	6
Isopoda	1	0	0

Мы оценили фаунистическое сходство ловушек по дням (рис. 17–19). Мы посчитали качественные коэффициенты Сёренсена для отдельных цветов по дням (прозрачные-прозрачные за 1 день, прозрачные-прозрачные за 2 день и т. д.), а также для комбинаций цветов по дням (белые-прозрачные за 1 день, прозрачные-жёлтые за 2 день, жёлтые-белые за 3 день). После этого мы сделали тест Уикоксона для несвязанных данных для проверки действительно ли сходство между комбинацией цвета за день меньше, чем между разными цветами за тот же день.

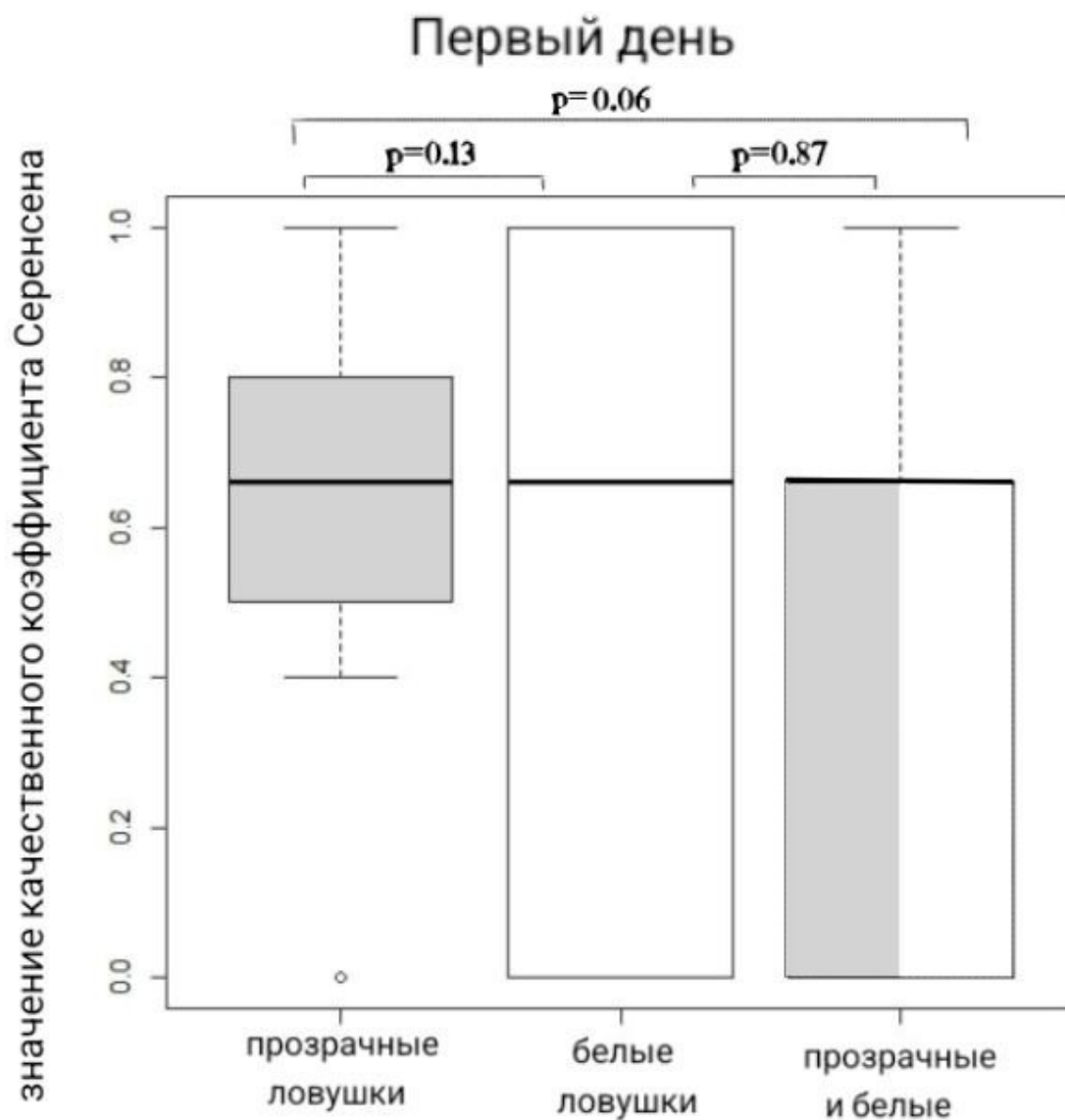


Рис. 17. Оценка фаунистического сходства между белыми и прозрачными ловушками во второй день. Линии, идущие от прямоугольника – крайние значения (максимум и минимум). Темная полоса внутри прямоугольника – медиана. Верхний и нижний края прямоугольника – нижний и верхний квартили.

Из рис. 17. мы не выявили никакой разницы между прозрачными и белыми ловушками вместе и каждым цветом по отдельности, так как медианы всех трех диаграмм совпадают.

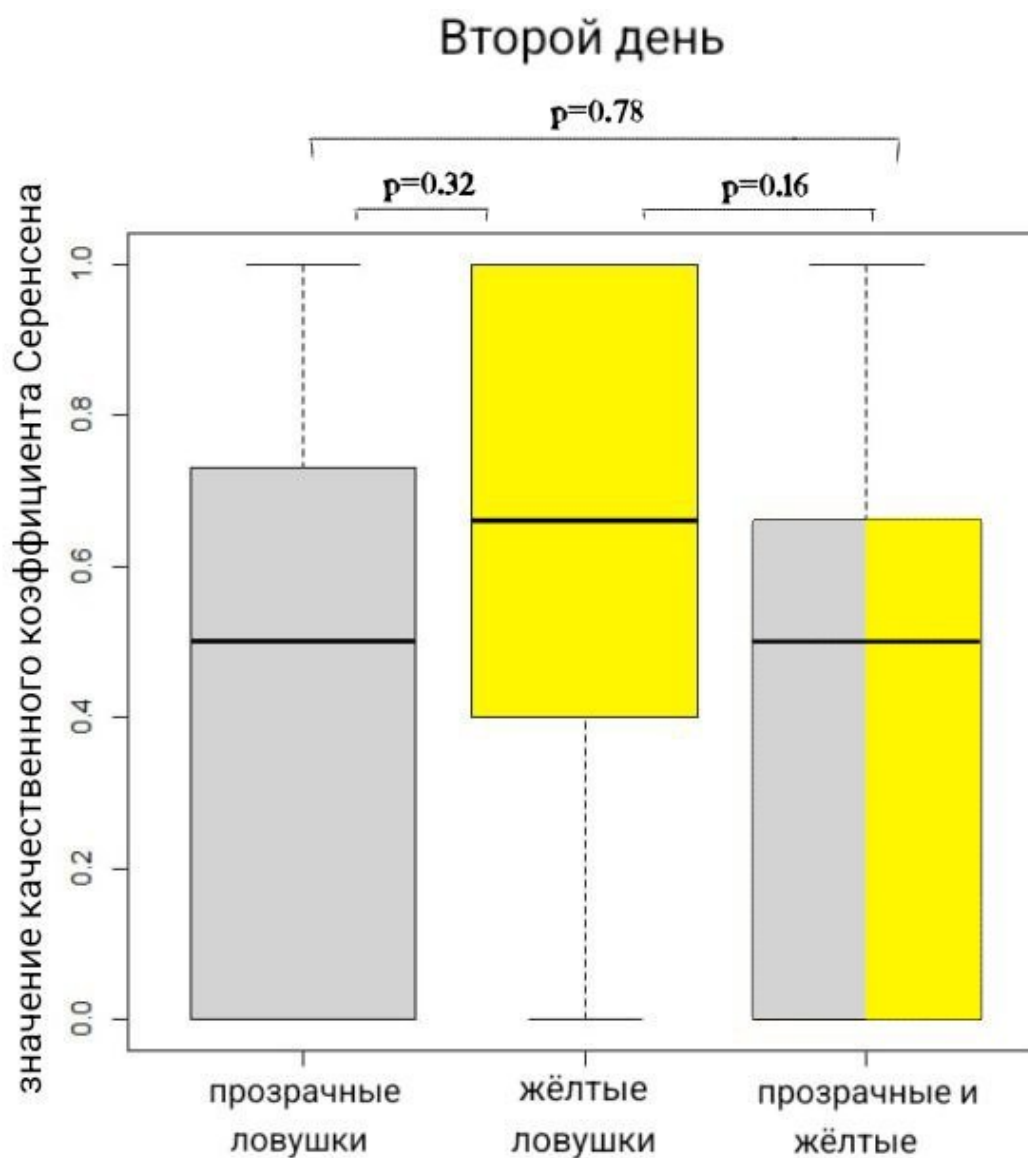


Рис. 18. Оценка фаунистического сходства между желтыми и прозрачными ловушками во второй день. Линии, идущие от прямоугольника – крайние значения (максимум и минимум). Темная полоса внутри прямоугольника – медиана. Верхний и нижний края прямоугольника – нижний и верхний квартили.

Из рис. 18. мы предполагаем наличие разницы, но не можем утверждать, так как медиана желтых ловушек больше, чем медиана прозрачных и желтых ловушек вместе, а медиана прозрачных ловушек равна медиане прозрачных и желтых ловушек.

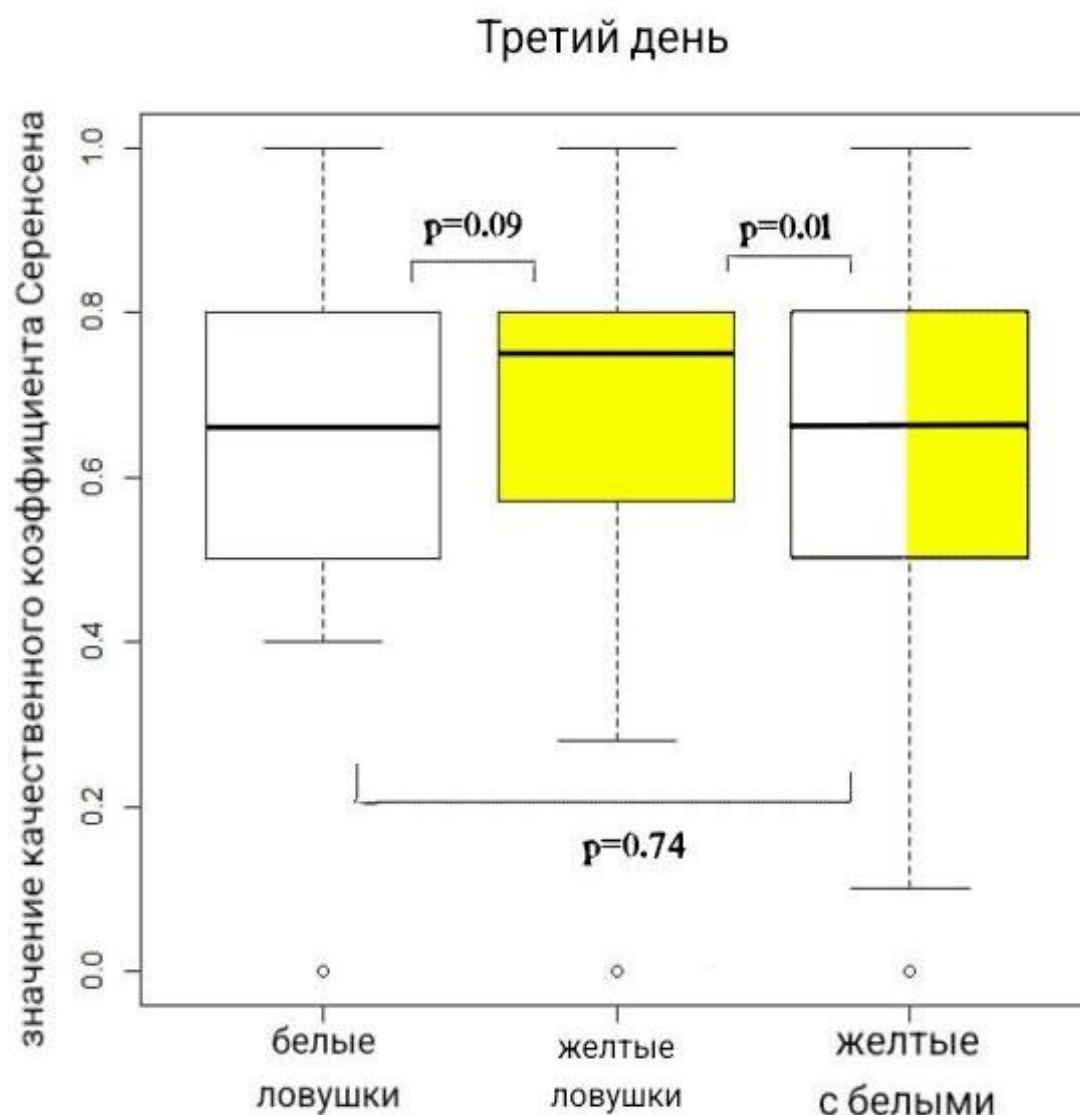


Рис. 19. Оценка фаунистического сходства между желтыми и прозрачными ловушками во второй день. Линии, идущие от прямоугольника – крайние значения (максимум и минимум). Темная полоса внутри прямоугольника – медиана. Верхний и нижний края прямоугольника – нижний и верхний квартили.

Из рис. 19. мы также не можем утверждать о наличии разницы, так как медиана желтых ловушек больше медианы желтых и белых ловушек вместе, но медиана белых ловушек совпадает с медианой желтых и белых ловушек, но предполагаем, что разница все же есть.

Рассматривая совокупности данных таблицы 7, относящихся к ловушкам разных цветов, попарно, мы оценили их сходство по таксономическому составу. Для этого использовали коэффициенты Сёренсена, в качестве видов брали отряды пойманных членистоногих (табл. 8).

Таблица 7. Значение коэффициентов Сёренсена для данных ловушек разных цветов.

Цвет ловушек	Количественный коэффициент Сёренсена	Качественный коэффициент Сёренсена
Желтые и белые	0,61	0,96
Желтые и прозрачные	0,75	0,99
Белые и прозрачные	0,84	0,97

Из того, что количественный коэффициент Сёренсена не меньше 0,61, а качественный не меньше 0,96 можно сделать вывод, что количественное сходство между уловами ловушек разных цветов довольно высоко, а таксономическое почти идентично.

Обсуждение

В нашем эксперименте мы сравнивали уловистость ловушек Барбера в зависимости от цвета и погодных условий. За все время проведения работы в белые ловушки было поймано 93 членистоногих, в желтые – 209, а в прозрачные – 127. Минимумы ловушек каждого цвета совпадают, максимум в белых ловушках чуть меньше, чем в прозрачных и больше, чем в 2 раза меньше, чем в желтых. Медиана, суммарное число членистоногих и среднее арифметическое белых ловушек немного меньше, чем в прозрачных и в 2 раза меньше, чем в желтых. Из этих данных можно сделать вывод, что желтые ловушки эффективнее, чем белые и прозрачные. Нашим предшественникам не удалось выявить разницы в числе членистоногих в белых и желтых ловушках, но они предположили, что желтые ловушки эффективнее белых, и наш эксперимент это подтвердил, но в последние 2 года проведения этой работы погодные условия сильно отличались (во время нашей работы – дождливо, облачно, во время предыдущей работы – ясно, солнечно), так что о должной разнице говорить нельзя.

К заключению о влиянии разных цветов на эффективность ловушек пришли и другие исследователи. Главное отличие этих работ от нашей заключается в том, что эксперимент проводился в нескольких сообществах. По результатам эксперимента Бухгольца с соавт. (Buchholz et. al., 2010) в белые и желтые ловушки, по сравнению с зелеными и коричневыми, было поймано наибольшее количество особей Apidae, Araneae, Carabidae, Diptera и Formicidae, что отчасти сходно с результатами нашего исследования. Isopoda же были наиболее многочисленны в уловах зеленых и коричневых ловушек, однако в нашем

эксперименте эта группа членистоногих попала в одном экземпляре в белые ловушки. Учениками нашей школы № 1543 Соколовым и Пановой было выявлено, что 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) в ловушки желтого цвета было поймано больше экземпляров всех отрядов (1340), чем в белые (837) (Соколов, Панова, 2016). В этом исследовании разница между числом пойманных членистоногих в желтых и белых ловушках различается примерно в 1,5 раза, что очень похоже на разницу в количестве членистоногих белых и желтых ловушек в нашей работе. При сравнении результатов в исследовании Заренковой и Климановой (Заренкова, Климанова, 2018), проведенном в Ленинградской области, по количеству пойманных как представителей разных отрядов и разных размерных классов, так и просто только разных отрядов, между белыми и желтыми ловушками в одном биотопе и в один день достоверных различий не выявлено. Результаты нашей работы говорят обратное, однако данные работы Заренковой и Климановой совпали с результатами исследования Валиуллиной с соавт. (2024), что логично, ведь погодные условия во время проведения данных работ были очень похожи.

Представителей отряда Нуменоптера значительно больше в прозрачных ловушках (22 %), чем в белых (8,6 %) и в желтых (16 %). Возможно это связано с тем, что в дождливую погоду членистоногие данного отряда ведут себя очень неактивно и стараются найти укрытие, и может быть из-за незаметного цвета стаканчиков они подумали, что в этих земляных ямках можно будет укрыться (Мамаев, 1984). Тем более по результатам работы Mazon с соавт. (Mazon et al., 2009) наиболее благоприятная температура для лета членистоногих данного отряда в цветные ловушки – от +25 °C до +30 °C, что очень похоже на температурные данные прошлогодней работы (Валиуллиная и др., 2024).

Поведение представителей отряда Diptera в пасмурную погоду отличается от насекомых отряда Нуменоптера, так как они любят влажную погоду (Длусский, 1984) и они как раз летели к цветным ловушкам: в прозрачных – 61 %, в желтых – 69 %, в белых – 85 %.

Про представителей отряда Coleoptera, которые составляли небольшую долю в уловах ловушек (3–6 %), мы предположили, что они попадали в ловушки, падая с растений вниз, или же просто проваливались, так как самыми массовыми семействами среди этого отряда были семейства Carabidae и Curculionidae. Представители Carabidae являются наземными хищниками, поэтому часто просто проваливаются в ловушки, а представители Curculionidae питаются растительными тканями, поэтому скорее всего попадают в ловушки, падая с растений вниз (Крыжановский, Мамаев, 1984). Выбор цвета ловушки мог зависеть от разных факторов, в том числе от различий в фоторецепторных клетках, зрительных пигментах и опсинах или разными потребностями в питании (Wu et al., 2024).

Также немалую часть в уловах составляли представители отряда Thysanoptera (2–9 %), про которых мы также думаем, что они попадают в ловушки, падая с растений, а точнее с цветков, так как весь их жизненный цикл (от яйца до имаго) протекает в цветке и соцветии (Правдин, 1984). Самое большое кол-во представителей этого отряда попало в желтые ловушки (в желтых – 9 %, в прозрачных – 5,5 %, в белых – 2 %), что связано с тем, что жёлтый цвет оказывает «сверхнормативное воздействие» на различные виды насекомых-фитофагов из-за сильного независимого возбуждения зелёного рецептора, особенно при воздействии ярко-жёлтых стимулов (Lopez-Reyes et al., 2022).

Представители отряда Araneae тоже составили немалую часть в уловах ловушек (3–5 %) и мы предположили, что они попали к нам в ловушки, упав со своих паутин или выпав из паутинных коконов, которые они размещают на растениях (Гиляров, Правдин, 1984).

Мы провели оценку фаунистического сходства и предположили о наличии разницы между желтыми с прозрачными и желтыми с белыми ловушками, но не можем утверждать точно. Разницы между белыми с прозрачными ловушками не было выявлено.

В нашей работе наиболее часто в ловушки попадался III размерный класс, при этом наибольшее число членистоногих этого размерного класса попало в желтые ловушки. Затем по частоте попаданий в ловушки следует II размерный класс, наибольшее число членистоногих этого размерного класса также попало в желтые ловушки. Мы предполагаем, что это связано с тем, что большая часть членистоногих – Diptera, размеры которых были между II и III классами. Им уступают I (больше всего в желтых) и IV (больше всего в белых) классы, а V (больше всего в прозрачных) совсем мало. Похожие результаты получили Валиуллина с соавт. (Валиуллина и др., 2024), которые выявили, что наиболее часто попадался в ловушки Барбера II размерный класс, следующим по частоте попаданий в ловушки следует III размерный класс, ему уступают I и IV классы, а членистоногих V размерного класса попало меньше всего.

Наши эксперименты проводились на равнине, а точнее на заросшем лугу. На площадке, где были установлены ловушки, нам удалось изучить растительность по ярусам: древесный, кустарниковый, травяно-кустарничковый и моховой ярусы. На нашем участке площадью 20 × 5 м не было растений древесного яруса. Кустарниковый ярус занимал около 6 % и был выражен видами *Salix fragilis* и *Tilia cordata*, которые занимают 5 % и 1 % соответственно. Основную площадь площадки занимал травяно-кустарничковый ярус. Из него мы определили такие семейства, как Fabaceae, Poaceae, Cyperaceae, Campanulaceae, Caryophyllaceae, Ranunculaceae, Lamiaceae, Rosaceae, Primulaceae, Dipsacaceae, Rubiaceae, Juncaceae, Umbelliferae, Asteraceae, Plantaginaceae, Boraginaceae и Hypericaceae. Больше всего изучаемой территории покрывали растения видов *Lupinus polyphyllus* – 20 % покрытия, *Calamagrostis epigeios* – 15 %, *Agrostis tenuis*, *Poa pratensis*, *Dactylis glomerata* – 10 %, *Agrostis*

Aegopodium podagraria, *Veronica chamaedrys*, *Trifolium pratense*, *Alchemilla vulgaris*, *Festuca pratensis* и *Ajuga reptans* – 5 %, *Lysimachia nummularia* и *Hypericum maculatum* – 3 %, *Stellaria graminea*, *Deshampsia chespitosa*, *Medicago lupulina*, *Potentilla anserina* и *Alopecurus pratensis* – 2 %, *Phleum pratense*, *Fragaria vesca*, *Carex hirta*, *Carex leporina*, *Campanula patula*, *Galium mollugo*, *Carex pallescens*, *Achillea millefolium*, *Tanacetum vulgare*, *Knautia arvensis*, *Artemisia vulgaris*, *Myosotis palustris*, *Elytrigia repens* и *Taraxacum officinale* – 1 %. Все остальные виды и моховый ярус занимают менее 1 % покрытия.

Первые два дня эксперимента был достаточно сильный дождь, а остальные два дня было облачно. Температура в течение всего периода колебалась от +11 °С до +18 °С (от +11 °С до +12 °С в 23:00 и от +15 °С до +18 °С в 12:40).

Мы сравнивали ловушки попарно в каждый из дней, но в будущем стоит сравнить ловушки всех цветов одновременно.

Из-за различий в погоде результаты достаточно сильно отличаются, хотелось бы понять какие именно факторы на это влияют, и как это меняет результат. Например, проанализировать предыдущие работы.

Можно попробовать разместить ловушки ближе к водоемам и изучить членистоногих, предпочитающих находиться у воды.

Выводы

1. В белые, желтые и прозрачные ловушки Барбера в исследованной точке в окрестностях поселка Борок Ярославской области летом 2025 г. ловились членистоногие отрядов Diptera, Hymenoptera, Coleoptera, Hemiptera, Thysanoptera, Araneae и Isopoda.
2. Наиболее часто в ловушки Барбера попадались членистоногие размером 5–10 мм. Самый частый размерный класс в желтых ловушках был III (5–10 мм), а в белых и прозрачных – II (1–5 мм).
3. Уловистость желтых ловушек примерно в 2 раза больше, чем уловистость прозрачных и белых. Самыми частыми попадающимися отрядами были Diptera (71%), Hymenoptera (16%) и Coleoptera (5%).
4. Учитывая наши погодные условия, в цветные (желтые и белые) ловушки лучше всего ловить насекомых отряда Diptera и Thysanoptera, а в прозрачные лучше ловить насекомых отряда Hymenoptera.
5. Погодные условия нашей и предыдущей работ сильно отличаются, поэтому в нашем эксперименте суммарные числа членистоногих в ловушках каждого цвета и всех цветов вместе сильно меньше, чем в прошлом эксперименте.
6. Нам удалось выявить значимую разницу между уловами в желтых и белых ловушках ($p = 0,003$) и между уловами в белых и прозрачных ловушках ($p = 0,002$). Значимая разница в уловах между оставшейся парой ловушек (желтые с прозрачными) проведенными тестами не обнаружена ($p = 0,12$).

Благодарности

Мы признательны руководству Института биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН и стационара «Сунога», а также директору института Александру Витальевичу Крылову за возможность проведения работы на территории стационара. Еще мы благодарим Сергея Менделевича Глаголева, Екатерину Викторовну Елисееву, Полину Андреевну Волкову и Людмилу Андреевну Абрамову за организацию практики, а особенно Петра Николаевича Петрова за научное руководство, профессиональные советы и помощь в постановке экспериментов, Марию Олеговну Иванову за помощь в составлении геоботанического описания и Дину Валиулину, Георгия Лисинова и Есению Хуснетдинову за ценные советы.

Литература

1. Валиуллина Д., Лисинов Г., Хуснетдинова Е. [Интернет-документ] 2024. Сравнение эффективности ловушек Барбера разного цвета [URL: https://bioclass.ru/wp-content/uploads/2025/06/Валиуллина_Лисинов_Хуснетдинова_2024.pdf]
2. Гиляров М. С. Правдин Ф. Н., 1984. Отряд Пауки (Araneae). В кн.: В. Е. Соколов (гл. ред.). Жизнь животных. Т. 3. Членистоногие: трилобиты, хелицеровые, трахейнодышащие. Онихофоры. М.: Просвещение. 44–70.
3. Длусский Г. М. 1984. Отряд Перепончатокрылые (Hymenoptera). В кн.: В. Е. Соколов (гл. ред.). Жизнь животных. Т. 3. Членистоногие: трилобиты, хелицеровые, трахейнодышащие. Онихофоры. М.: Просвещение. 339–387.
4. Ерохина А., Малышева М. [Интернет-документ] 2020. Эффективность ловушек Мёрике в зависимости от отдушки детергента [URL: <https://bioclass.ru/wpcontent/uploads/2022/02/Plates2020.pdf>]
5. Измоденова М., Коновалова А., Останкова Я., Снежко Г. [Интернет-документ] 2019. Эффективность ловушек Мёрике в Нижне-Свирском заповеднике в зависимости от наличия отдушки детергента [URL: <https://bioclass.ru/wpcontent/uploads/2022/01/plates-1.pdf>]
6. Климанова Н., Заренкова А. [Интернет-документ] 2018. Сравнение эффективности жёлтых и белых пластиковых тарелок как ловушек для насекомых [URL: https://bioclass.ru/wp-content/uploads/2022/01/plates_1.pdf]
7. Крыжановский О. Л., Мамаев Б. М. 1984. Отряд Жесткокрылые, или Жуки (Coleoptera). В кн.: В. Е. Соколов (гл. ред.). Жизнь животных. Т. 3.

Членистоногие: трилобиты, хелицеровые, трахейнодышащие. Онихофоры. М.: Просвещение. 248–301.

8. Мамаев Б. М. 1984. Отряд Двукрылые, или Мухи и комары (Diptera). В кн.: В. Е. Соколов (гл. ред.). Жизнь животных. Т. 3. Членистоногие: трилобиты, хелицеровые, трахейнодышащие. Онихофоры. М.: Просвещение. 388–419.

9. Панова Т., Соколов М. [Интернет-документ] 2016. Сравнение эффективности желтых и белых пластиковых тарелок как ловушек для насекомых [URL: <https://bioclass.ru/wp-content/uploads/2022/01/sokolov-1.pdf>]

10. Правдин Ф. Н. 1984. Отряд Пузыреногие, или Трипсы (Thysanoptera). В кн.: В. Е. Соколов (гл. ред.). Жизнь животных. Т. 3. Членистоногие: трилобиты, хелицеровые, трахейнодышащие. Онихофоры. М.: Просвещение. 237–238.

11. Ушакова У., Стрижкова А., Гасанова Ф. [Интернет-документ] 2023. Сравнение эффективности ловушек Мёрике и Барбера [URL: https://bioclass.ru/wp-content/uploads/2024/09/Traps_2023.pdf]

12. Фадеева А., Котельникова А., Воскобойник Д. [Интернет-документ] 2018. Эффективность ловушек Мёрике в Нижне-Свирском заповеднике в зависимости от отдушки детергента [URL: <https://bioclass.ru/wp-content/uploads/2022/01/plates.pdf>]

13. Avinent L., Hermoso de Mendoza A., Llacer G., 1991. Comparison of traps for capture of alate aphids (Homoptera, Aphidinea) in apricot tree orchards Agronomie, EDP Sciences. **11** (7): 613–618.

14. Banaszak J., Cierzniak T., Szymański R., 1994. Influence of colour of Moericke traps on numbers and diversity of collected bees (Apoidea, Hymenoptera). Acta Universitatis Lodzianis Folia Zoologica. **2**: 29–35.

15. Barber H. S., 1931. Traps for cave — inhabiting insects. Journal of the Mitchell Society. **46**: 259–267.

16. Buchholz S., Jess A.-M., Hertenstein F., Schirmel J., 2010. Effect of the colour of pitfall traps on their capture efficiency of carabid beetles (Coleoptera: Carabidae), spiders (Araneae) and other arthropods. European Journal of Entomology. **107**: 277–280.

17. Koivula, M., Kotze, D. J., Hiisivuori, L., Rita, H. 2003. Pitfall trap efficiency: do trap size, collecting fluid and vegetation structure matter? Entomologica Fennica. **14**: 1–14.

18. Mazon M., Bordera S., 2008. Effectiveness of two sampling methods used for collecting Ichneumonidae (Hymenoptera) in the Cabañeros National Park (Spain). *European Journal of Entomology*. **105**: 879–888.
19. Mazon M., Bordera S., Rodríguez-Berrío A., 2009. Diurnal flight activity of Ichneumonidae (Insecta: Hymenoptera) in Cabañeros National Park (Spain). *Journal of Natural History*. **43**: 21–22.
20. Moericke V. 1951. Eine Farbfalle zur Kontrolle des Fluges von Blattläusen, insbesondere der Pfirsich blattlaus, *Myzodes persicae* (Sulz). *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*. **3** (2): 23–24.
21. Lopez-Reyes K., Armstrong K., van Tol R., Teulon D., Bok M., 2022. Colour vision in thrips (Thysanoptera). *Philosophical Transactions of the Royal Society*. **377**: 20210282.
22. R Core Team [Интернет документ] 2024. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing [URL: <https://www.R-project.org/>]
23. Wilkaniec B., Lewandowski R., Borowiak-Sobkowiak B., 2012. The effectiveness of catching aphids (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aphidinea) in Moericke and light traps. **159**: 60–594, Poznań, Poland.
24. Wu H., Cui Z., Huang X., Dhillon K., Kong F., Wang Z., Liu Y., 2024. Spontaneous Color Preferences and Associative Learning in *Protaetia brevitarsis* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Section Insect Behavior and Pathology*. **15** (10): 780.