

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

**Изменчивость плей (Insecta: Pleidae) территории стационара
«Сунога» в окрестностях поселка Борок Некоузского района
Ярославской области**

Выполнили учащиеся 9 «Б» класса:

Ираида Цыгельнюк

София Таратина

Научный руководитель:

к. б. н. П. Н. Петров

Москва

2025

Введение

Плеи – это маленькие водные клопы длиной около трех мм. Они относятся к отряду Hemiptera, подотряду Heteroptera инфраотряду Neromorpha, семейству Pleidae, роду *Plea*. Семейство Pleidae насчитывает четыре рода и около 40 видов (Саулич, Мусолин, 2007).

Плеи имеют шарообразную короткую голову и трехгранную форму в сечении тела (Schuh et al., 1995) (рис. 1). Они плавают на спине, гребя задними, не веслообразными, как у других водных клопов, опушенными ногами (Raupach et al., 2024) (рис. 2). Опушение на конечностях встречается у многих водных насекомых и помогает плавать. Для дыхания плеи поднимаются к поверхности воды, выставляя наружу задний конец брюшка, на котором расположена дыхательная трубка (Саулич, Мусолин, 2007). На заднем конце брюшка много длинных тонких волосков. По-видимому, помимо своей функции носителей дыхальца, она служит тактильными органами для заднего конца тела.

Надкрылья толстые, более или менее симметричные, с апикальным сцепным устройством, клавус обычно отчетливо отделен от кориума, задние крылья очень маленькие (Esaki, 1928). Пространство под надкрыльями закрыто, фактически, оно заполнено воздухом. Голова непосредственно сращена с переднеспинкой без какого-либо перекрытия (Wefelscheid, 1912).

Как пишет Раупах с соавт. (Raupach et al., 2024), питаются они мелкими членистоногими, такими как личинки насекомых, ракушковые раки и ветвистоусые рачки. Ротовой аппарат представляет из себя колюще-сосущий четырехчленный хоботок (Попов, 1971; Шаповалов, 2017). Обитают в стоячих водоемах в зарослях растительности на литорали, лазают по растениям (Канюкова, 2006).

Pleidae широко распространены, особенно в тропиках (Южная Америка, Азия), но также встречаются в Европе. До 2024 года считалось, что в России обитает *Plea minutissima* Leachi, 1817. Однако исследование того года показало, что это – недавно открытый вид-двойник *Plea minutissima* – *Plea cryptica*. Эти два вида имеют не совсем ясные морфологические различия, такие как форма параметров (мужские репродуктивные органы). Они асимметричны, у *Plea cryptica* левый параметр удлинен и имеет форму арки, а у *Plea minutissima* он более короткий и крючковидный (рис. 3). При этом яйцеклады самок разных видов практически одинаковы (рис. 3) и их очень сложно различить морфологически (Raupach et al., 2024). Крупные шипы на дистальном конце яйцеклада, вероятно, служат для разрыва и разрыхления

растительной ткани в непосредственной близости от яйца (Wefelscheid, 1912). Также *Plea minutissima* в среднем имеет более темную окраску, но для точного определения вида нужен генетический анализ. Внутри одного вида часто наблюдается разная степень редукции задних крыльев.

Plea minutissima встречается в Европе. Этот вид давно описан и изучен довольно хорошо. Раупах с соавт. (Raupach et al., 2024) пишет, что хорошо изучен, в частности, репродуктивный цикл *Plea minutissima*, который начинается в начале лета с откладывания яиц на листья водных растений. Примерно через три недели появляются личинки, а постэмбриональное развитие длится около полутора месяцев. Линька от личинки до имаго обычно проходит с августа до конца сентября. Во время спячки, которая происходит на стадии имаго, особи опускаются на дно и не двигаются. Поскольку *Plea minutissima* может впадать в спячку дважды, они способны проходить через два репродуктивных цикла, каждый в начале лета.

Ареал обитания *Plea cryptica* довольно широкий и включает в себя Германию, Албанию, Австрию, Хорватию, Финляндию, Грецию, Нидерланды, Румынию, Швейцарию, Украину и Россию (Raupach et al., 2024, Prokin, Sazhnev, 2024).



Рис. 1. *Plea cryptica*: общий вид сверху, вид передней части тела сбоку, головы спереди. Фотографии Прокина и Сажнева (Prokin, Sazhnev, 2024).



Рис. 2. Фотография имаго самца *Plea cryptica* из р. Шумаровки (вид снизу).



Рис. 3. *Plea cryptica*. Левые параметры (a, c, e), правые параметры (b, d), сперматека (f), яйцеклад (g) (Prokin, Sazhnev, 2024).

Цель работы — изучить морфологическую изменчивость плей окрестностей поселка Борок Некоузского района Ярославской области.

Задачи:

1. Установить видовую принадлежность особей из двух выбранных нами водоемов на территории стационара «Сунога».
2. Исследовать соотношение полов в двух популяциях: из р. Шумаровка и рыборазводного пруда.
3. Проверить наличие изменчивости окраски в двух популяциях: из р. Шумаровка и рыборазводного пруда.
4. Изучить степень редукции задних крыльев в двух популяциях: из р. Шумаровка и рыборазводного пруда.

Материалы и методы

Мы собирали плей в двух водоемах – в р. Шумаровке и в рыборазводном пруду № 3 ближайшем к энтомологической лаборатории (рис. 4), в которой мы работали. Ловили их с помощью двух сачков с мельничным газом № 48 и размером сетки 1×1 в водной растительности.



Рис. 4. Схема прудов стационара «Сунога» (по: Ровинский, Рудых, 2023, с изменениями). Красным квадратом обозначен рыборазводный пруд № 3, в котором мы ловили плей. Красной линией обозначено место сбора материала в р. Шумаровке.

Сразу после отлова мы несли плей в лабораторию в банках и помещали сначала на «передержку» в кюветы с водой, потом в 70 % спирт. У нас есть материал за два дня: за 29.06.2025 и за 30.06.2025, а также с обеих проб мы сохраняли по 20 экз. (10 из пруда, 10 из реки) для генетического анализа в 95 % спирте. Плей из каждой пробы мы помещали в микропробирки и этикетировали.

Для препаровки мы использовали острые и мягкие пинцеты, препаровальные иглы, булавки третьего размера. Препарат помещали на перевернутые чашки Петри. С помощью инструментов, перечисленных выше, мы отделяли надкрылья и расправляли заднее крыло, определяли пол путем вскрытия генитального сегмента под биноклями

«Микромед MC2 Zoom 2CR» и «Микромед MC2 Zoom 1CR», далее проводили замеры под биноклем «МБС-10». Всего мы отпрепарировали 80 плей.

На плейх, помещенных в 70 % этанол, мы смотрели следующие признаки (рис. 5):

1. Длина тела (точность до 0.1 мм).
2. Ширина тела (точность до 0.1 мм).
3. Высота тела (точность до 0.1 мм).
4. Длина задних крыльев (точность до 0.1 мм).
5. Длина полосы на голове (точность до 0.1 мм).
6. Ширина полосы на голове (точность до 0.1 мм).
7. Наличие / отсутствие «виска».
8. Цвет полосы на голове. Варианты окраски: светло-коричневый / коричневый / темно-коричневый (рис. 6).
9. Цвет головы. Варианты окраски: желтый / темно-коричневый (рис. 6).
10. Цвет щитка. Варианты окраски: серый / желтый / коричневый (рис. 6).
11. Цвет переднеспинки и наличие на ней узора (пятна и/или полосы, сильно отличающиеся от основного цвета). Варианты окраски: светлый / светлый с узором / темный / темный с узором (рис. 6).

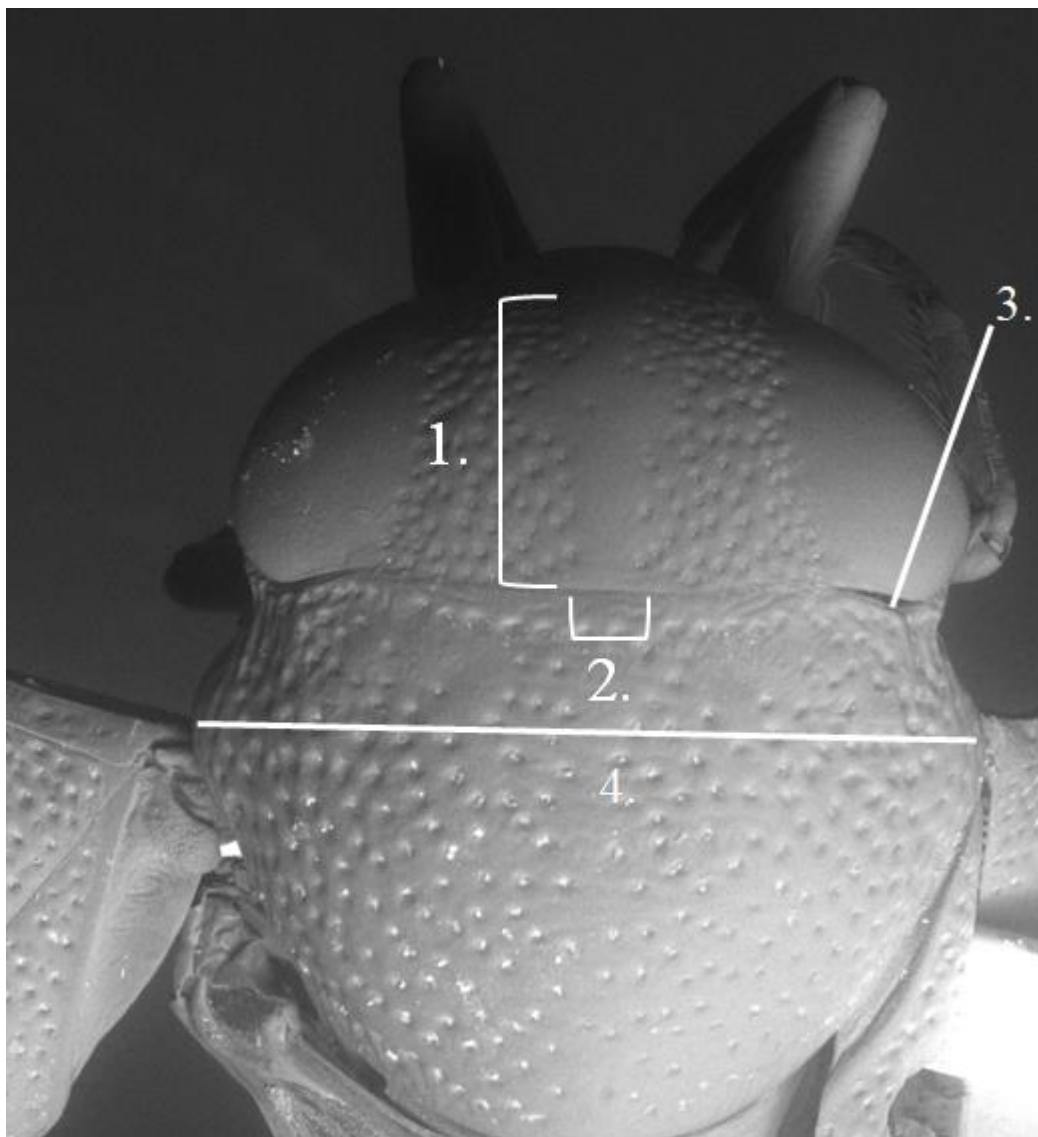


Рис. 5. Параметры, которые мы измеряли на плечах: 1 – длина полоски на голове, 2 – ширина полоски на голове, 3 – висок, 4 – ширина тела. Высоту тела мы измеряли в той же области, что и ширину, но в другой плоскости, длина конечностей не учитывалась.

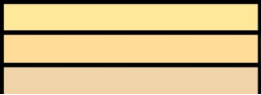
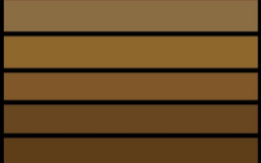
	желтый цвет
	серый цвет
	светло-коричневый цвет
	коричневый цвет
	темно-коричневый

Рис. 6. Шкала, отражающая цвета переднеспинки, щитка, головы и полосы на голове.

Также мы изучали задние крылья *Plea cryptica* с помощью сканирующего электронного микроскопа Tescan Vega2 с напряжением 10 КВ и детектором SE (вторичные электроны).

Сначала мы наклеили шесть крыльев на столик ($d = 3$ см, $h = 1$ см) из нержавеющей стали с помощью прозрачного лака для ногтей. Затем покрыли столик и препараты тонким слоем золота на установке вакуумного напыления. После этого мы поместили столик в микроскоп и посмотрели объекты на разном увеличении.

Мы также изучали под электронным микроскопом Leica M165 C насекомых целиком. Для этого мы накалывали их на булавки первого размера и помещали в вакуумную камеру микроскопа.

Результаты

Соотношение полов вида *Plea cryptica* близко к 1:1, в выборке было 40 самок и 40 самцов. Результаты биномиального теста говорят о том же: $p < 0.05$.

По результатам изучения окраски 80 экземпляров мы выяснили, что на территории поселка Борок Некоузского района Ярославской области обитает только *Plea cryptica*. Это совпадает с результатами, полученными Прокиным и Сажневым (Prokin, Sazhnev, 2024).

Рассмотрим диаграмму, показывающую корреляцию между длиной задних крыльев и длиной, шириной и высотой тела особей из р. Шумаровки и рыбопородного пруда № 3 (рис. 7, 8, 9). Корреляция есть между длиной задних крыльев и длиной и высотой тела (рис. 7 и 9), г

большое, а p -значение – маленькое. Для рис. 7–9 мы провели тест Пирсона. Здесь и далее p означает шанс того, что значение r достоверно.

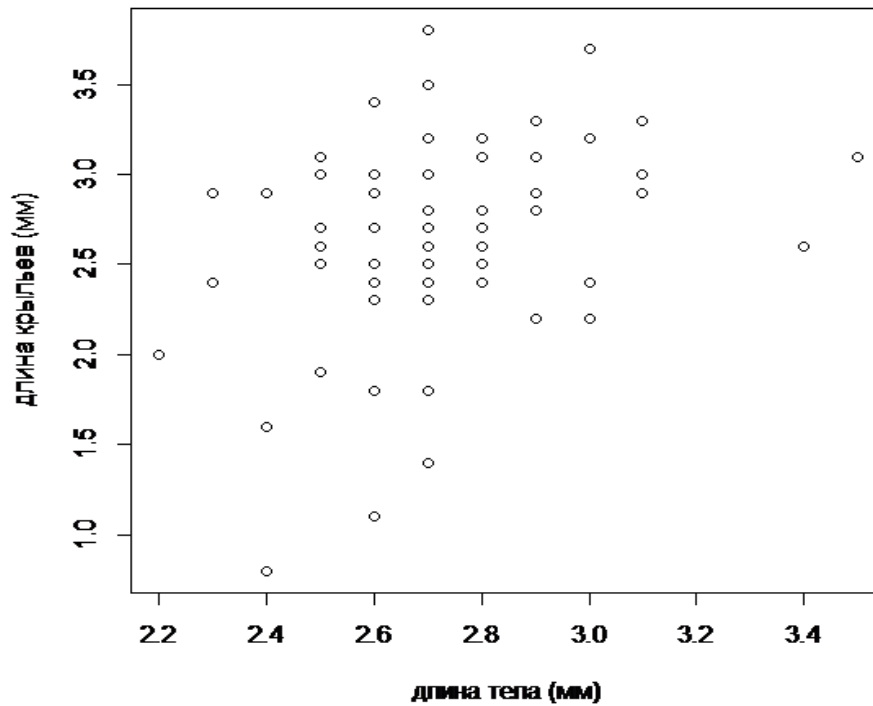


Рис. 7. Длина тела и длина задних крыльев всех исследованных особей из обоих водоёмов ($r = 0.37$, $p = 0.001$). Здесь и далее длина крыльев – это длина одного из крыльев данной особи. Разница длины двух крыльев у одного экземпляра составляет менее 0.1 мм и мы считали ее незначительной, поэтому считали длину случайного крыла (левое или правое) на каждом экземпляре.

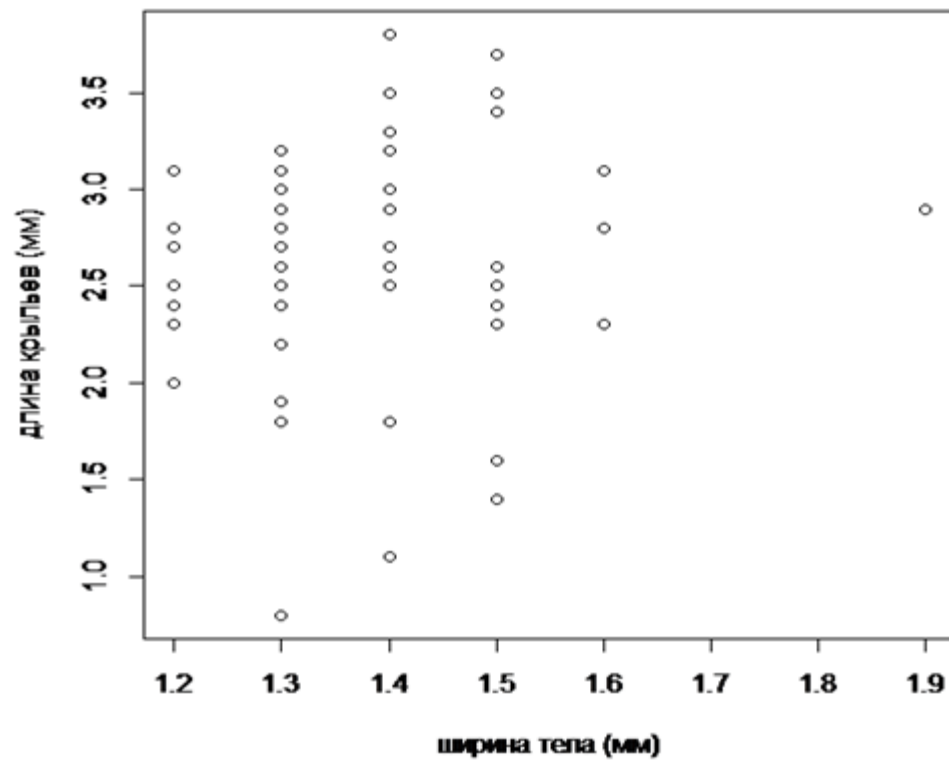


Рис. 8. Соотношение ширины тела и длины задних крыльев всех особей *Plea cryptica* в двух выборках ($r = 0.21$, $p = 0.22$).

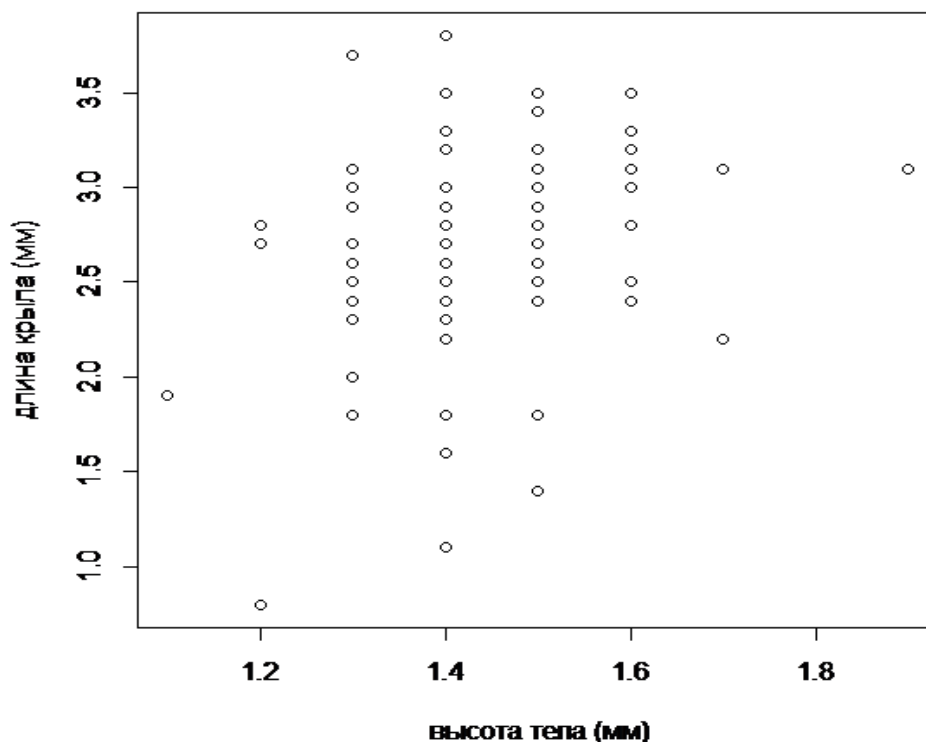


Рис. 9. Соотношение высоты тела и длины задних крыльев всех особей *Plea cryptica* в двух выборках ($r = 0.26$, $p = 0.016$).

Ни у одной плеи из нашей выборки мы не обнаружили виска. У нескольких плеи задние крылья были белыми, а одна особь была заражена личинками водных клещей.

К рис. 10–17 мы применили тест Стьюдента, предварительно удостоверившись, что распределение нормальное, $p < 0.05$ значило бы, что различия между диаграммами на одном рисунке есть. На рис 10–17 каждое значение p больше 0.05, что значит, что с высокой долей вероятности различий нет. Рассмотрим длину задних крыльев особей из р. Шумаровки и из рыборазводного пруда.

На диаграмме (рис. 10) показано, что в р. Шумаровке разброс значений меньше, чем в рыборазводном пруду, но при этом на обеих диаграммах медианы немного смещены вниз. Это свидетельствует о том, что чуть больше измерений находится в диапазоне от 2.7 до 3 для особей из рыборазводного пруда и от 2.7 до 3.1 для особей из р. Шумаровки. Особи с самыми большими и самыми маленькими задними крыльями – самцы из рыборазводного пруда (3.7 мм, 0.8 мм). Выброса в р. Шумаровке и рыборазводном пруду № 3 два (1 мм и 0.8 мм соответственно).

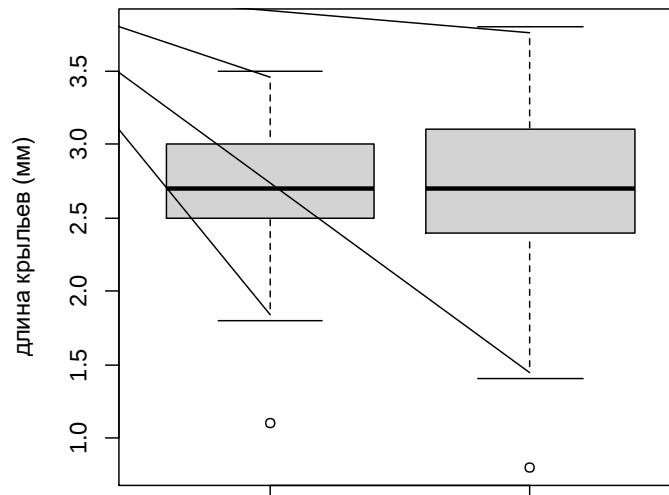


Рис. 10. Слева показана длина задних крыльев для экземпляров из р. Шумаровки, справа – длина задних крыльев для экземпляров из рыборазводного пруда ($p = 0.89$). Здесь и далее темная черта в середине – медиана, верхний и нижний края «ящика» – верхний и нижний квартили, а «усы» – минимальное и максимальное значение. Выбросами мы считали значения, которые как минимум на $1,5 \times$ межквартильный размах меньше первого квартиля или на столько же больше третьего квартиля (но таких случаев не было).

Далее сравним всех самцов и всех самок. По диаграмме (рис. 11) видно, что у самцов средняя длина задних крыльев больше, но выбросы меньше, чем у самок.

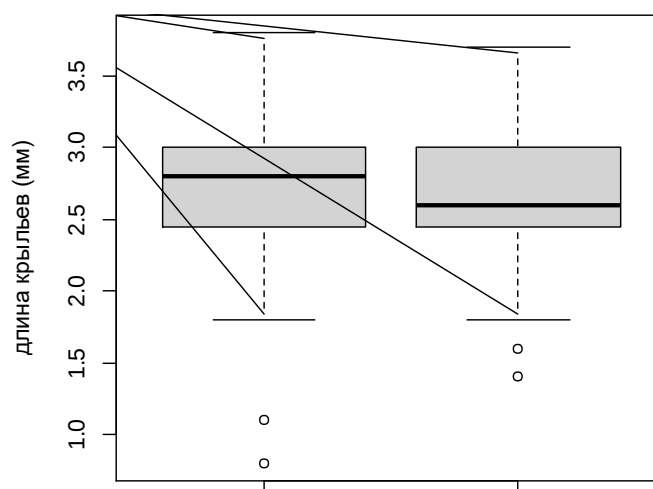


Рис. 11. Слева показана длина задних крыльев всех самцов, справа – длина крыльев всех самок ($p = 0.73$).

Теперь сравним самцов из разных мест сбора. Из диаграммы (рис. 12) видно, что длина задних крыльев самцов из рыбообразного пруда имеет больший разброс в значениях, чем длина крыльев самцов из р. Шумаровки, а у самцов из реки средняя длина крыльев (медиана) больше, чем у особей из пруда. У плей из реки значения длины задних крыльев на диаграмме сильно смещены. Это значит, что большинство насекомых имеют длину крыла от 1.7 до 2.9 см и лишь некоторые из них имеют показатели выше или ниже. У плей из пруда, напротив, значения распределены более равномерно. На обеих диаграммах выбросы значительно меньше медианы. Среди самцов минимальная длина крыльев — 0.5 см. Максимальное значение у плей из реки сильно уступает максимальному значению особей из пруда.

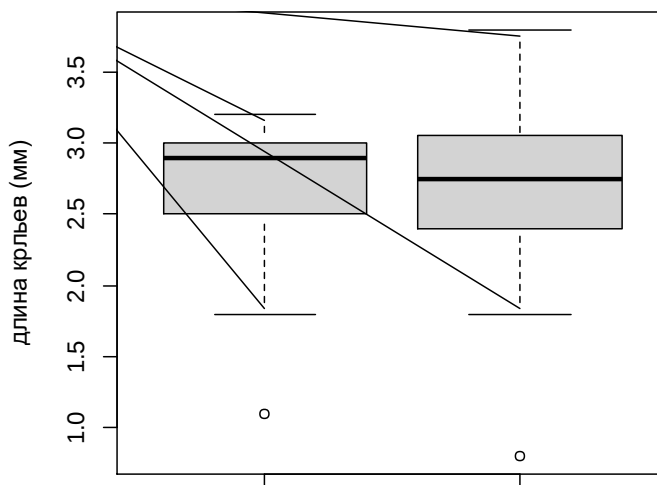


Рис. 12. Слева показана длина задних крыльев самцов из р. Шумаровки, справа — длина крыльев самцов из рыбообразного пруда № 3 ($p = 0.8$).

Рассмотрим самок из р. Шумаровки и рыбообразного пруда. Диаграмма (рис. 13) показывает, что для особей из реки больше значений находятся в диапазоне от 2.6 см до 3 см, а для особей из пруда — от 2.7 см до 3.2 см. Опять же, в рыбообразном пруду бóльшая вариабельность результатов. Средняя длина задних крыльев (медиана) снова больше у самок из пруда, хотя на этот раз это отличие очень незначительно. В отличие от диаграммы для самцов, в диаграмме для самок нет выбросов, следовательно, нет показателей, сильно отличающихся от средних.

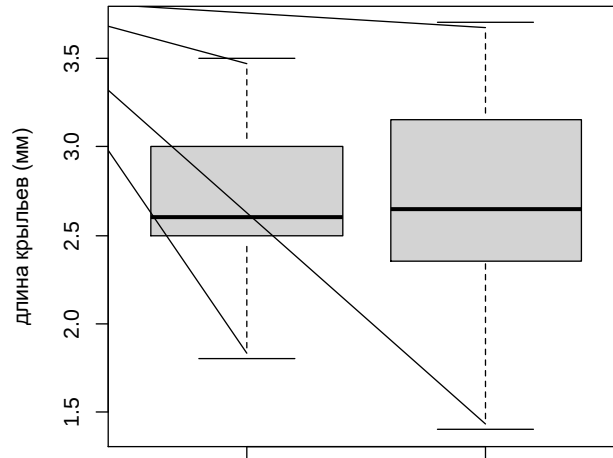


Рис. 13. Слева показана длина задних крыльев самок из р. Шумаровки, справа – длина задних крыльев самок из рыбозаводного пруда № 3 ($p = 0.95$).

Теперь рассмотрим длину полоски на голове у особей из р. Шумаровки и рыбозаводного пруда № 3. На рис. 14 видно, что у особей из пруда длина полоски в среднем больше. Максимальное значение – 1 мм, минимальное – 0.4 мм. Длина полоски на голове (рис. 14–17) также довольно сильно изменяется – от 0.4 мм до 1 мм (выброс). Максимальная длина (выброс) встречается лишь у самок и самцов из р. Шумаровки (рис. 15).

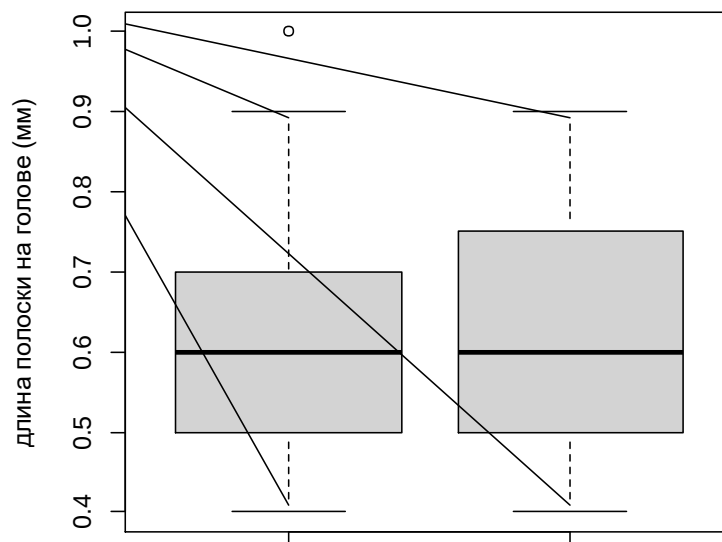


Рис. 14. Слева показана длина полоски на голове у особей из р. Шумаровки, справа – длина полоски на голове у особей из рыбозаводного пруда № 3 ($p = 0.47$).

Также сравним длину полоски на голове у всех самцов и самок. На диаграмме (рис. 15) видно, что у самцов значений меньше среднего (практически) нет. У самок изменчивость больше, чем у самцов (рис. 15).

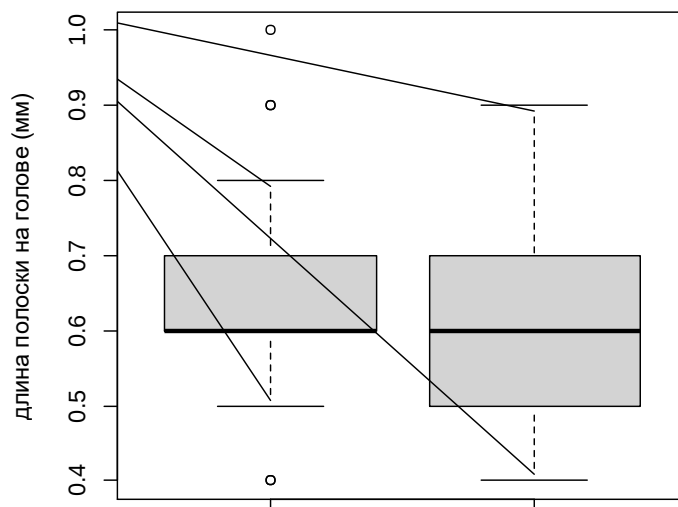


Рис. 15. Слева показана длина полоски на голове у самцов, слева – у самок ($p = 0.57$).

Рассмотрим также и длину полоски на голове у самцов из р. Шумаровки и из рыборазводного пруда № 3 (рис. 16). Длина полоски больше у особей из пруда.

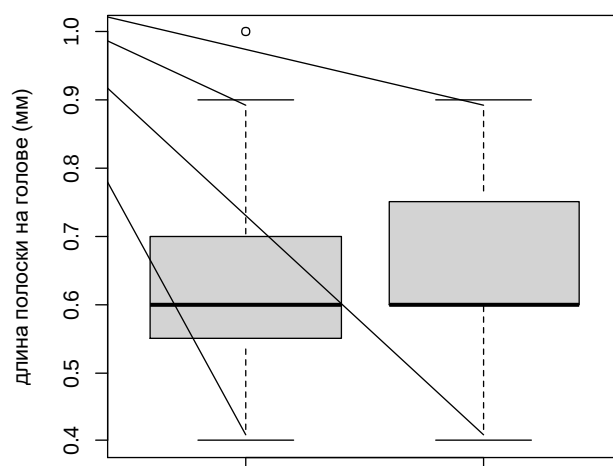


Рис. 16. Слева показана длина полоски на голове у самцов из р. Шумаровки, справа – из рыборазводного пруда № 3 ($p = 0.91$).

Посмотрим и длину полоски на голове у самок из р. Шумаровки и из рыборазводного пруда № 3 (рис. 17). У самок из пруда изменчивость длины полоски выше.

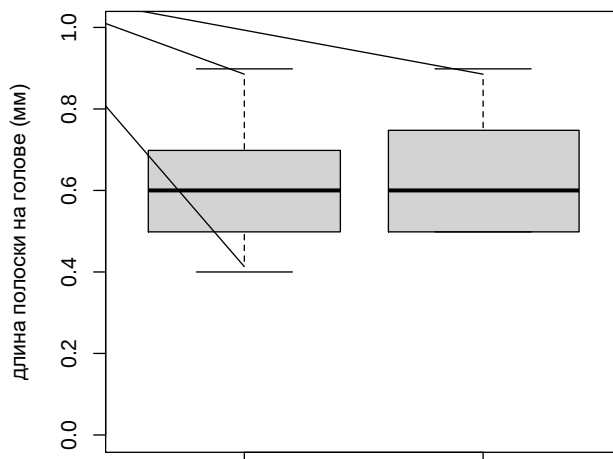


Рис. 17. Слева показана длина полоски на голове у самок из р. Шумаровки, справа – из рыборазводного пруда ($p = 0.25$).

Ширина полоски на голове оказалась одинаковой (0.1 мм), кроме четырех экземпляров, у которых ее длина – 0.2 мм и одного с шириной полоски на голове меньше 0.1 мм. Полоска шириной меньше 0.1 мм у самки из рыборазводного пруда № 3, два экземпляра с полоской 0.2 мм – самцы из рыборазводного пруда № 3, еще один – самка из рыборазводного пруда № 3 и последний – самец из р. Шумаровки.

К рис. 18–29 мы применили тест хи-квадрат Пирсона; $p < 0.05$ значит, что у нас есть основания полагать, что особи по-разному распределены по окраске в реке и в пруду. На рис. 18–29 значение p значительно больше 0.05, так что цвет полоски на голове, цвет щитка и цвет переднеспинки не зависят от пола и/или места сбора.

Теперь рассмотрим соотношение цвета полоски на голове и пола и/или места сбора. На рис. 18 показан цвет полоски в соответствии с местом сбора. По гистограммам (рис. 18) видно, что больше всего особей имеют коричневую полоску на голове, меньше всего – темно-коричневую (рис. 6).

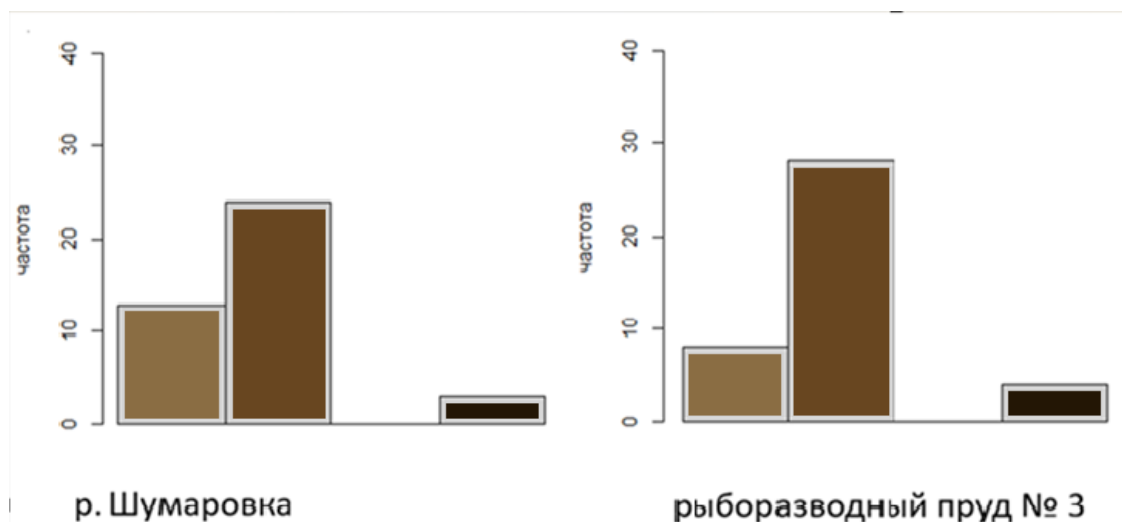


Рис. 18. Распределение цвета полоски на голове у особей из разных местообитаний ($p = 0.44$). На рисунках 26–29 первый столбец – светло-коричневый, второй – коричневый, третий – темно-коричневый.

Теперь сравним цвет полоски на голове у всех самцов и всех самок (рис. 19). Бóльшая часть самок имеет коричневую полоску на голове, светло-коричневая встречается менее 10 раз, а темно-коричневый – менее 5 раз. Бóльшая часть самцов так же имеет коричневую полоску на голове, но светло-коричневая встречается более 10 раз, а темно-коричневая – около 5 раз.

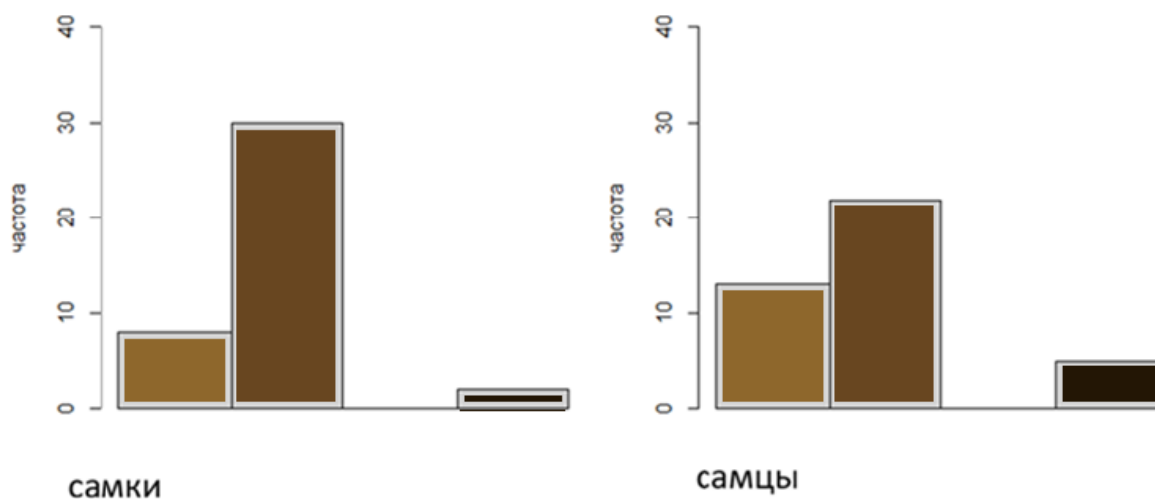


Рис. 19. Распределение цвета полоски на голове у особей из разного пола ($p = 0.16$).

Далее сравним цвета полосы на голове самцов из р. Шумаровки и из рыбопроизводного пруда № 3 (рис. 20). У самцов из реки больше всего светло-коричневых полосок на голове. Меньше всего темно-коричневых полосок. У большинства самцов из пруда коричневая полоска на голове. У меньшинства – темно-коричневая полоска.

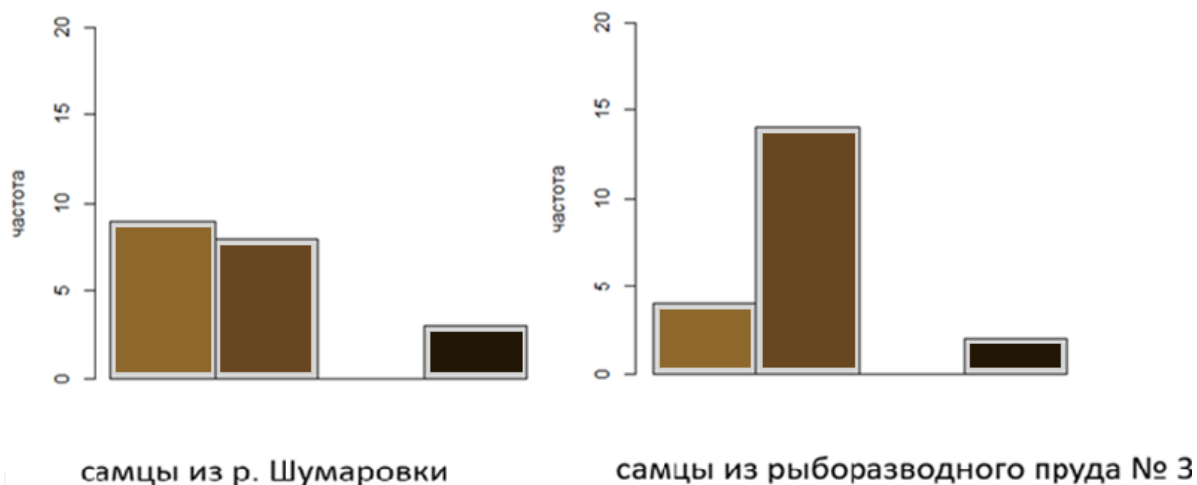


Рис. 20. Распределение цвета полосы на голове у самцов из разных мест обитания ($p = 0.15$).

Также сравним самок из реки и из пруда (рис. 21). У самок из р. Шумаровки не оказалось особей с темно-коричневой полоской.

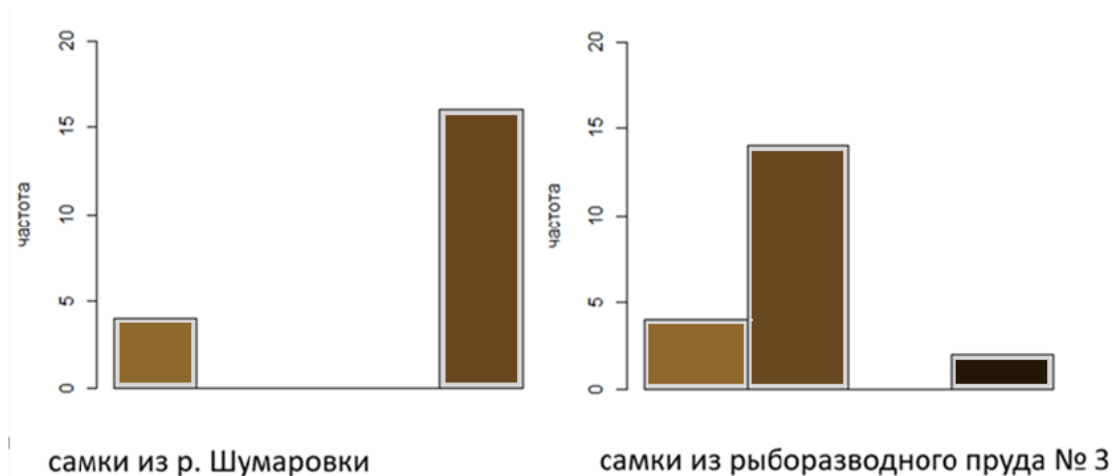


Рис. 21. Распределение цвета полосы на голове у самок из реки и пруда ($p = 0.34$).

Стоит отметить, что цвет головы у всех 80 особей оказался желтым (рис. 6).

Теперь посмотрим изменчивость цвета щитка у особей из р. Шумаровки и рыборазводного пруда № 3 (рис. 22). Здесь хорошо видно, что самым часто встречающимся цветом оказался желтый.

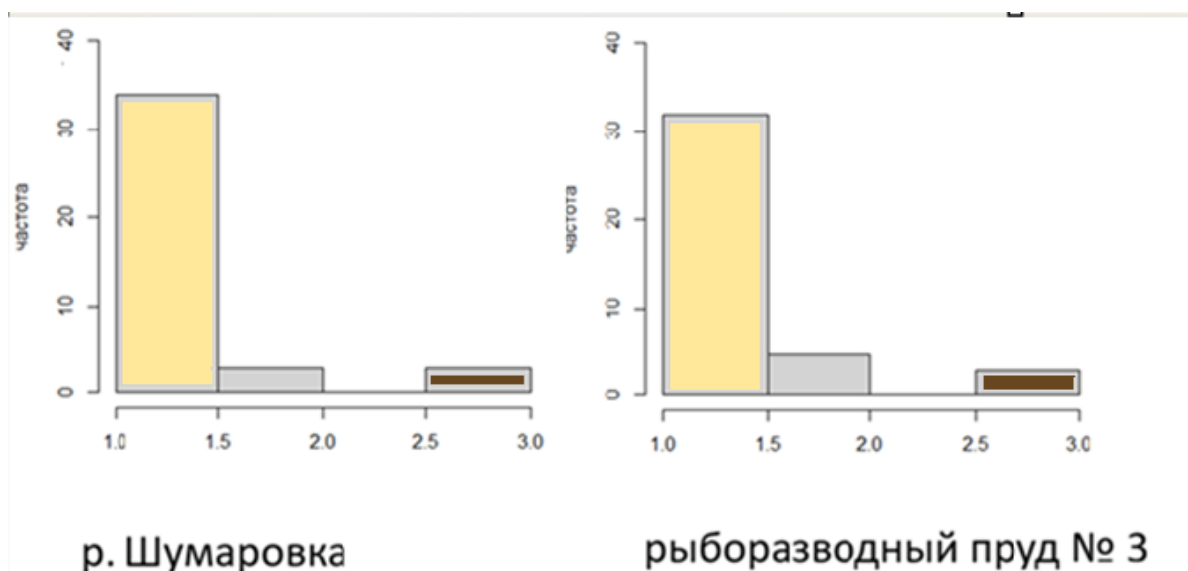


Рис. 22. Распределение цвета щитка у особей из разных местообитаний ($p = 0.76$). Для рис. 22–25 первый столбец – желтый, второй – серый, третий – коричневый.

Сравним и цвет щитка у всех самцов и самок (рис. 23). Здесь также видно, что самый часто встречающийся цвет щитка – желтый. Это подтверждает наблюдения Раупаха с соавт. (Raupach et. al., 2024) о цвете *Plea cryptica*. Распределение цветов щитка у самцов и самок оказалось одинаковым.

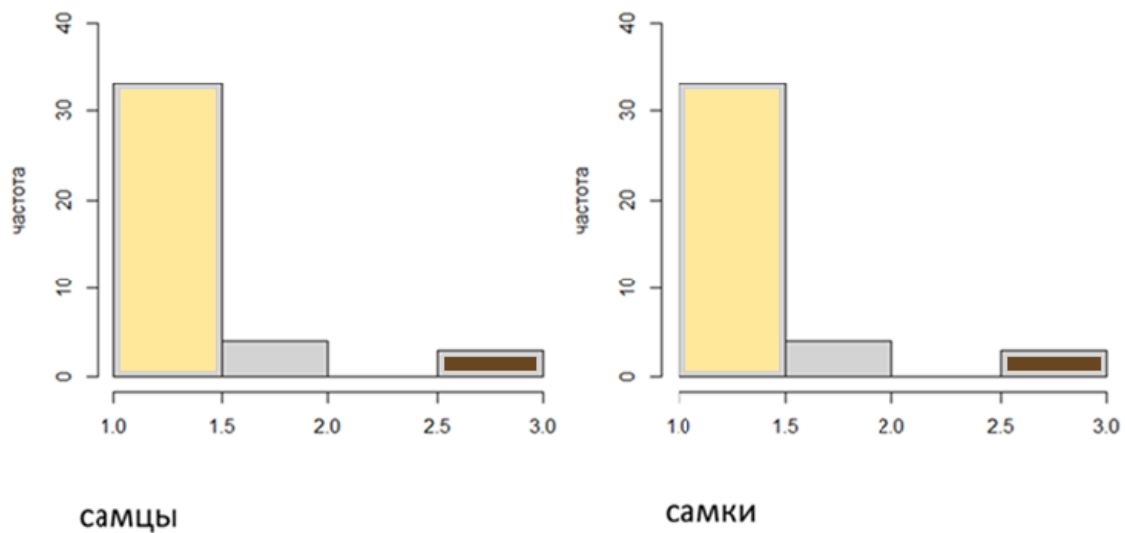


Рис. 23. Число особей разного пола с определённым цветом щитка ($p = 1$).

Теперь сравним цвет щитка у самцов из р. Шумаровки и из рыбопроизводного пруда № 3 (рис. 24). Самый распространенный цвет – желтый.

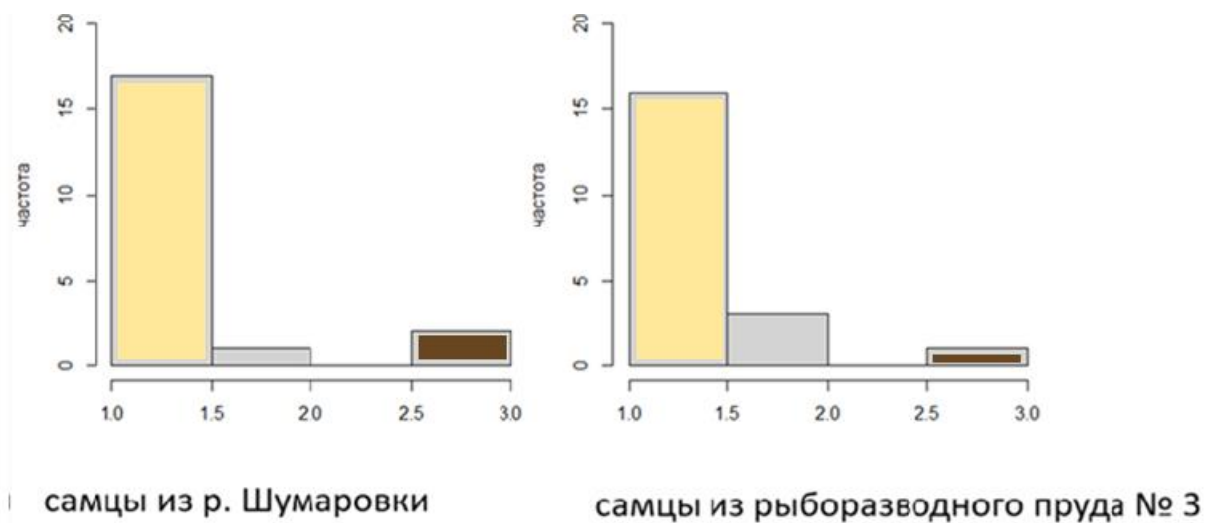


Рис. 24. Число самцов из разных местообитаний с определённым цветом щитка ($p = 0.5$).

Сравним цвет щитка у самок из р. Шумаровки и из рыбопроизводного пруда № 3 (рис. 25). Чаще всего встречается желтый щиток.

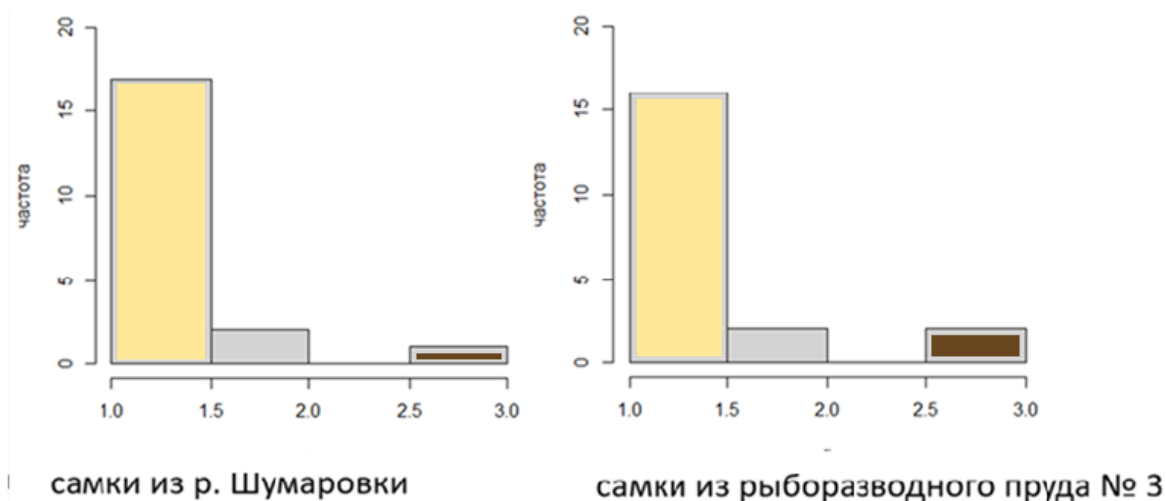


Рис. 25. Число самок из разных местообитаний с определённым цветом щитка ($p = 0.83$).

Теперь сравним цвет переднеспинки у особей из р. Шумаровки и рыбозаводного пруда № 3 (рис. 26). Ни у одной особи из пруда не было темной переднеспинки с узором. Преобладает темно-коричневый цвет (рис. 6).

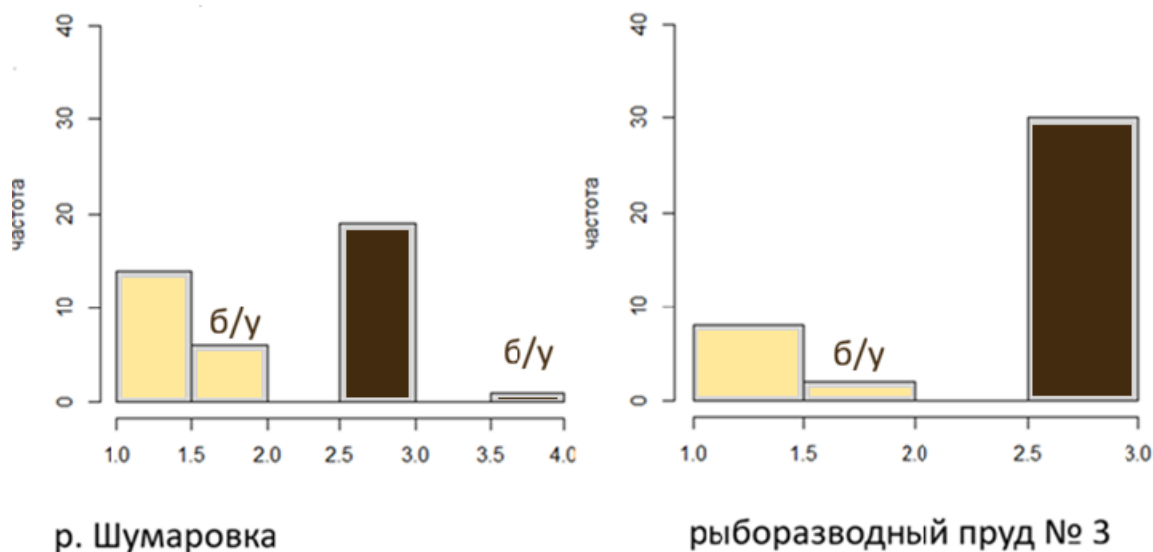


Рис. 26. Число особей из разных местообитаний с определённым цветом переднеспинки ($p = 0.07$). Для рис. 26–30 первый столбец – светлый, второй – светлый без узора, третий – темный, четвертый – темный без узора.

Диаграмма, отражающая частоту встречаемости цвета переднеспинки у всех самцов и самок (рис. 27). У самок не оказалось темной переднеспинки с узором, самым распространенным цветом оказался темный.

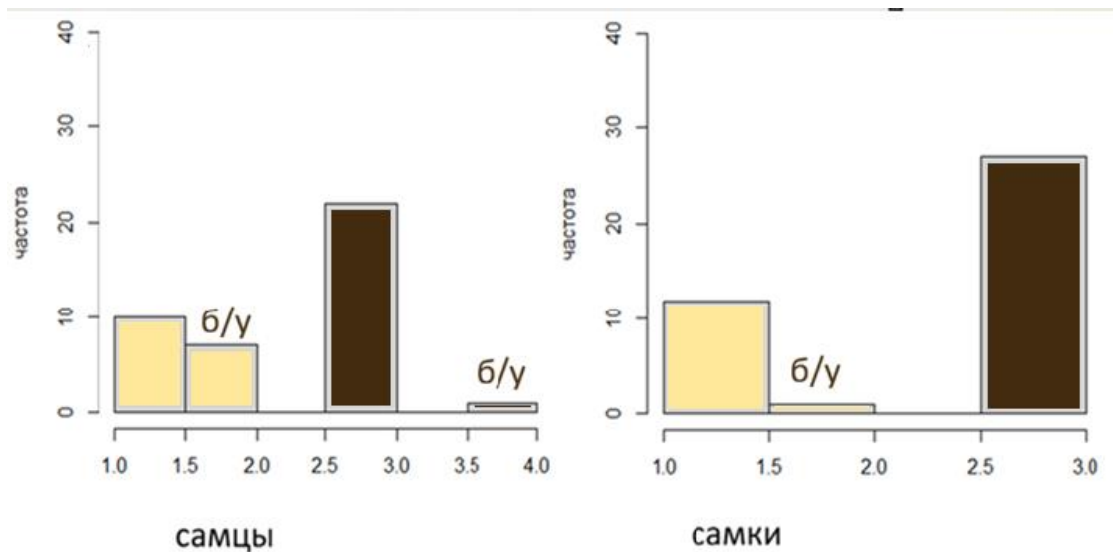


Рис. 27. Число особей разного пола с определённым цветом переднеспинки ($p = 0.1$).

Диаграмма, демонстрирующая цвет переднеспинки у самцов из р. Шумаровки и из рыборазводного пруда № 3 (рис. 28). Самый часто встречающийся цвет переднеспинки – темный, у самцов из рыборазводного пруда № 3 не оказалось темной переднеспинки с узором.

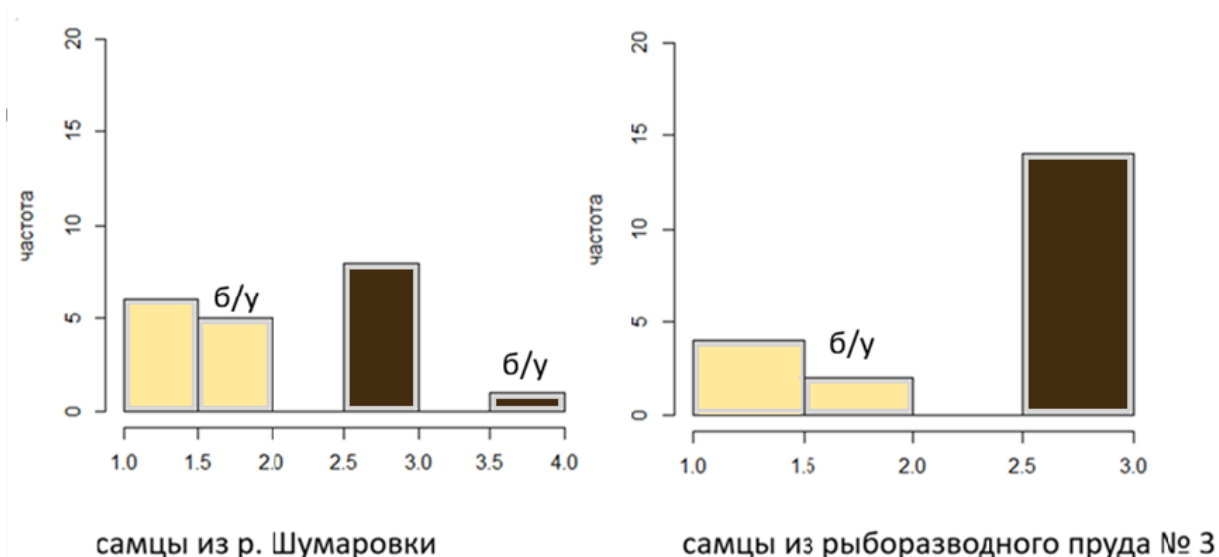


Рис. 28. Число самцов из разных местообитаний с определённым цветом переднеспинки ($p = 0.23$).

Рассмотрим диаграмму, показывающую частоту встречаемости каждого цвета переднеспинки у самок из р. Шумаровки и из рыборазводного пруда № 3 (рис. 29). У самок из пруда не оказалось ни темной, ни светлой переднеспинки с узором. Самым часто встречающимся цветом снова оказался темный.

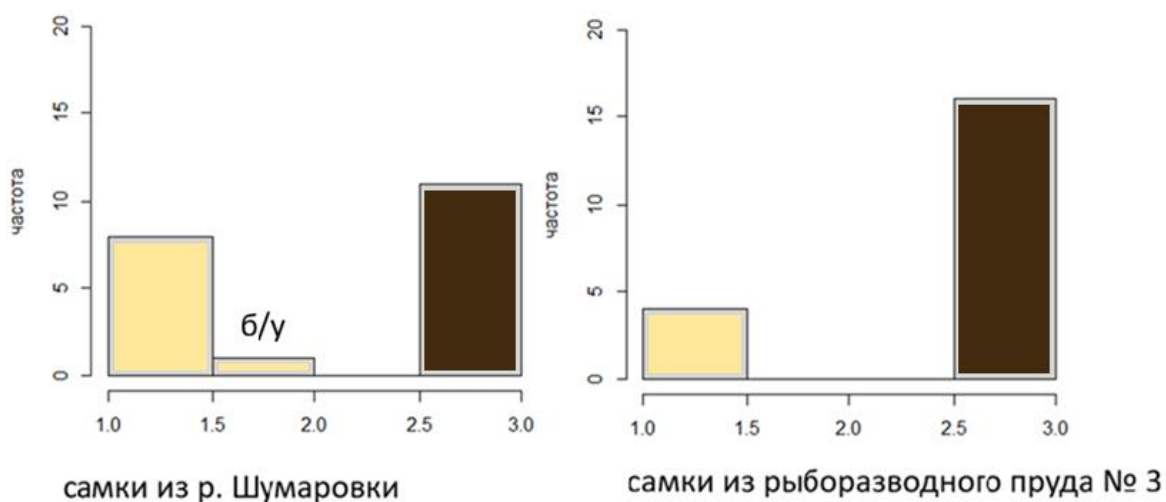


Рис. 29. Число самок из разных местообитаний с определённым цветом переднеспинки ($p = 0.2$).

Теперь рассмотрим фотографии, сделанные на электронный микроскоп Tescan Vega2. Рис. 30 – заднее крыло особи из р. Шумаровки в небольшом приближении. Всё крыло покрыто микротрихиями. На нем видно несколько жилок, бороздчатую полоску (рис. 30, 31) и ячеистую структуру (рис. 30, 32). Также видно, насколько задние крылья тонкие и прозрачные. Рис. 30–33 – изображения одного крыла, рис. 34, 35 – другого, оно тоже заднее. Само крыло (рис. 31) очень тонкое, прозрачное. Задние крылья округлые, но нам встретились несколько вытянутых и узких. К сожалению, из-за того, что они были чрезвычайно хрупкими, нам не удалось получить их изображения.

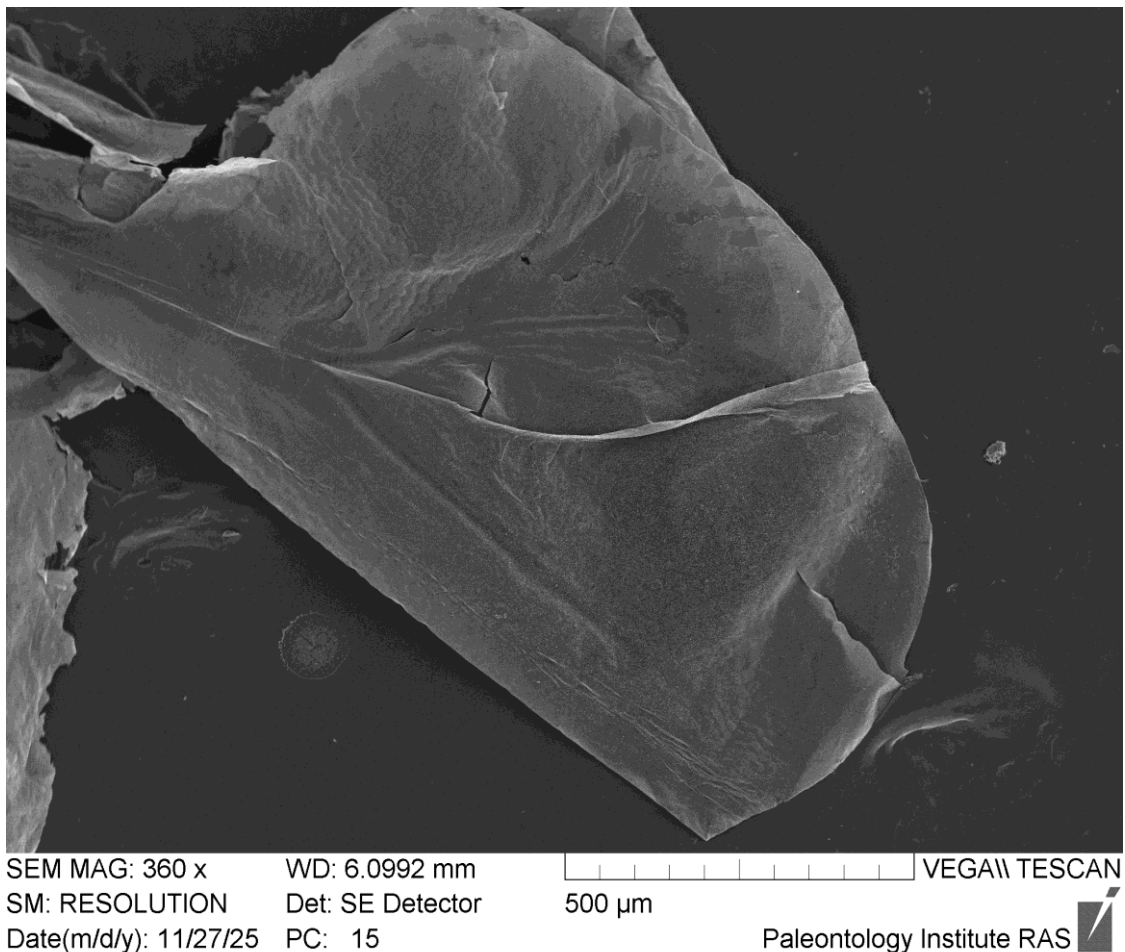


Рис. 30. Изображение заднего крыла самца *Plea cryptica* из р. Шумаровки, полученное на сканирующем электронном микроскопе (здесь и далее – СЭМ). Здесь и далее характеристики СЭМ указаны на изображении.

На рис. 31 изображена бороздчатая полоска у верхнего края крыла. Она покрыта микротрихиями. Мы не знаем ее точного предназначения. Возможно, это объясняется гидродинамикой, но это гипотеза. Точных данных нет.

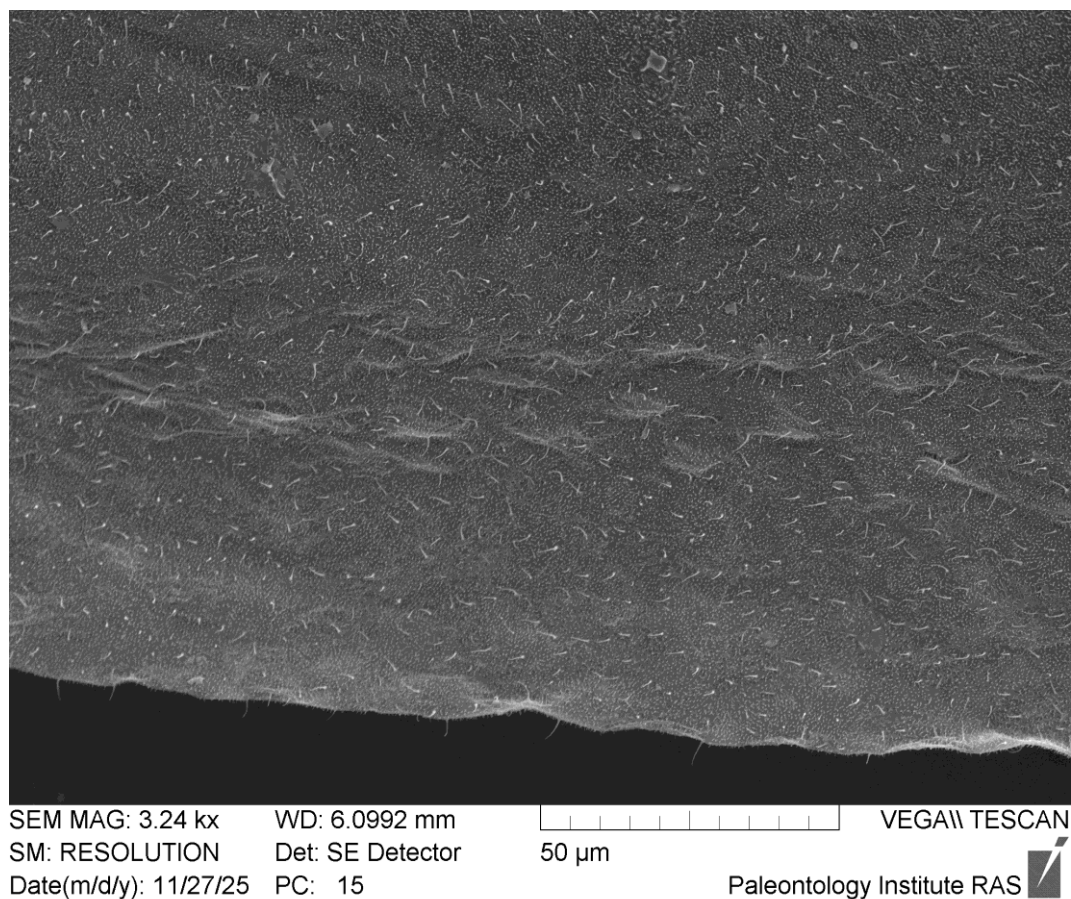


Рис. 31. Изображение бороздчатой полоски на внутренней стороне у верхнего края заднего крыла самца *Plea cryptica* из р. Шумаровки, полученное на СЭМ.

Рис. 32 – ячеистая структура. Ее предназначение и природа возникновения нам не известны. Возможно, она и как бороздчатая полоска (рис. 31) объясняется гидродинамикой, но снова, точных данных нет.

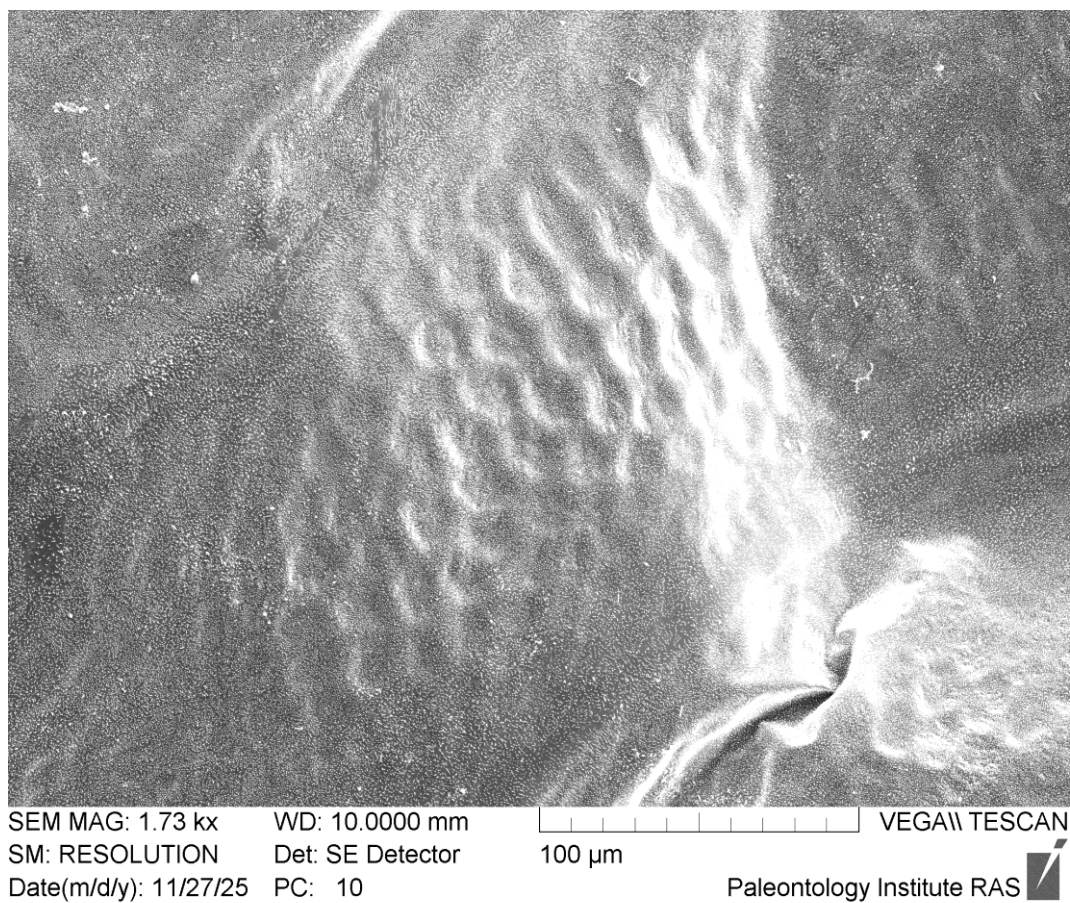


Рис. 32. Изображение ячеистой структуры на внутренней части заднего крыла самца *Plea cryptica* из р. Шумаровки, полученное на СЭМ.

На рис. 33–35 сфотографированы микротрихии на разных частях крыла (середина, жилка и место прикрепление крыла к телу соответственно). Настоящих волосков на задних крыльях мы не обнаружили.

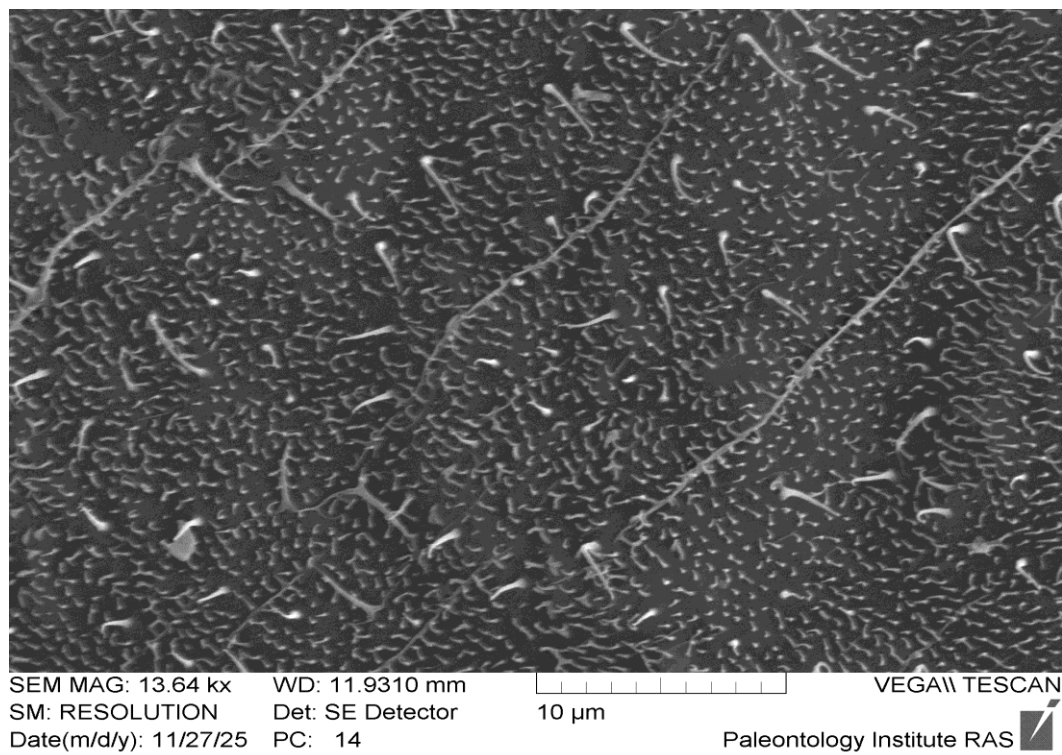


Рис. 33. Изображение микротрихий на внутренней стороне заднего крыла самца *Plea cryptica* из р. Шумаровки, полученное на СЭМ.

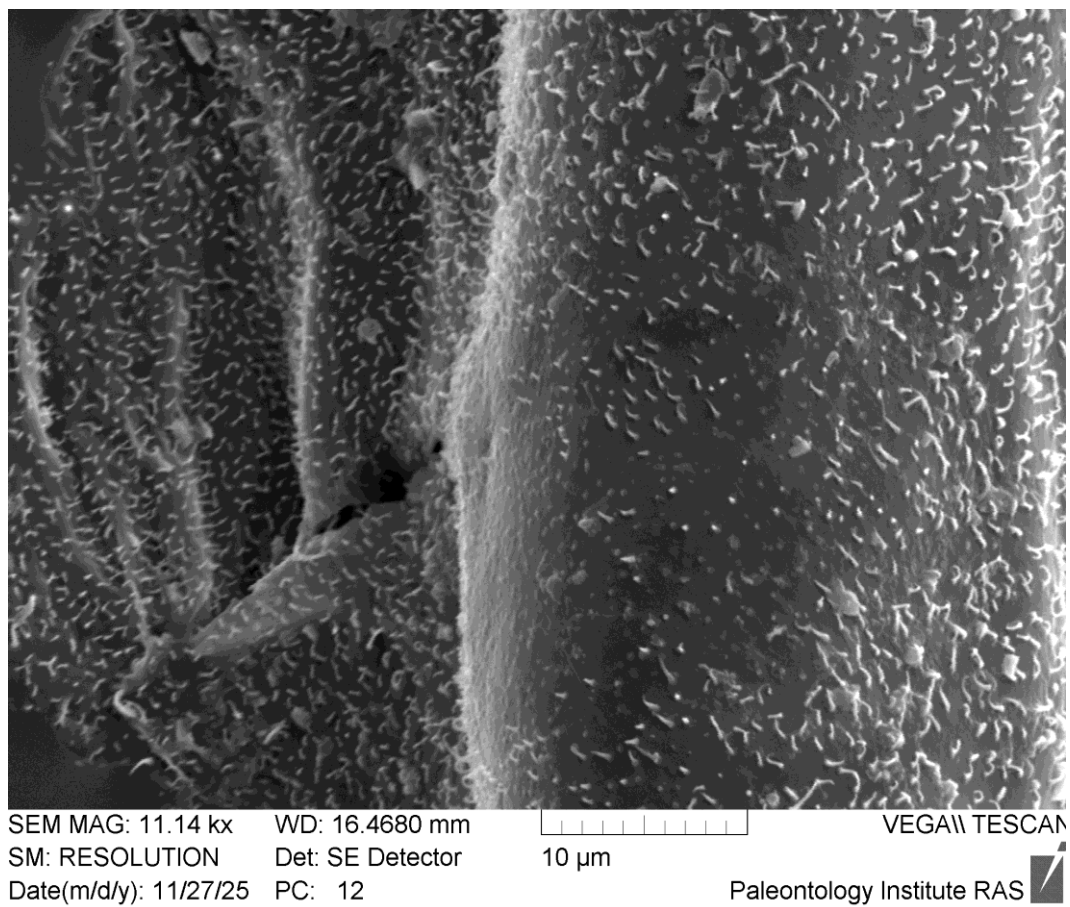


Рис. 34. Изображение жилки на внутренней стороне заднего крыла самца *Plea cryptica* из р. Шумаровки, полученное на СЭМ.



Рис. 35. Изображение основания заднего крыла самца *Plea cryptica* из р. Шумаровки, полученное на СЭМ.

На рис. 36 видно, что по краю надкрылий идет бороздка, а ближе к телу находится выступ. Возможно это механизм для скрепления надкрыльев между собой, но точных данных мы не нашли. Также у надкрыльев ребристый дистальный конец, но мы не знаем, с чем это связано.

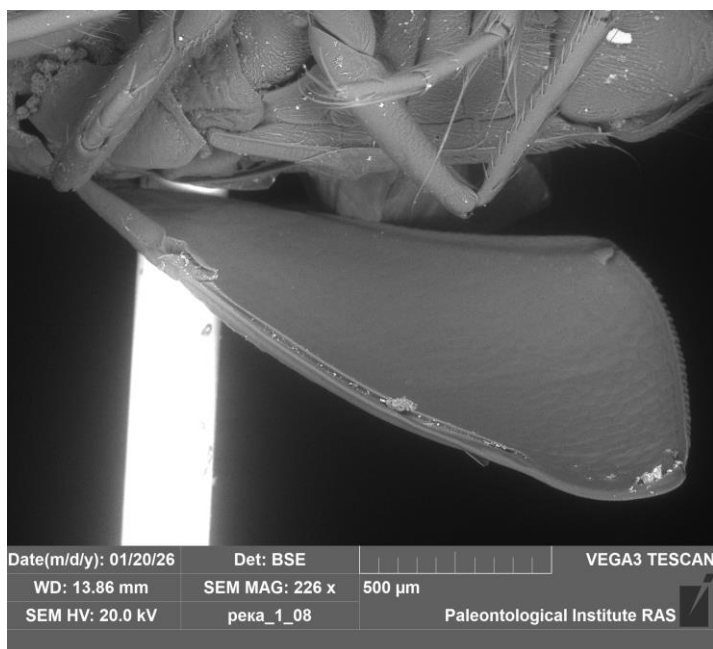


Рис. 36. Изображения надкрыльев с внутренней стороны самца *Plea cryptica* из р. Шумаровки.

На рис. 38 видно, что клавус надкрылий четко отделен от кориума. Так же обнаружилось, что у этого экземпляра есть висок, но он значительно меньше 0.1 мм и его не видно в световой микроскоп, на котором в основном проводились замеры.



Рис. 37. Изображение самца *Plea cryptica* из р. Шумаровки с дорзальной стороны.

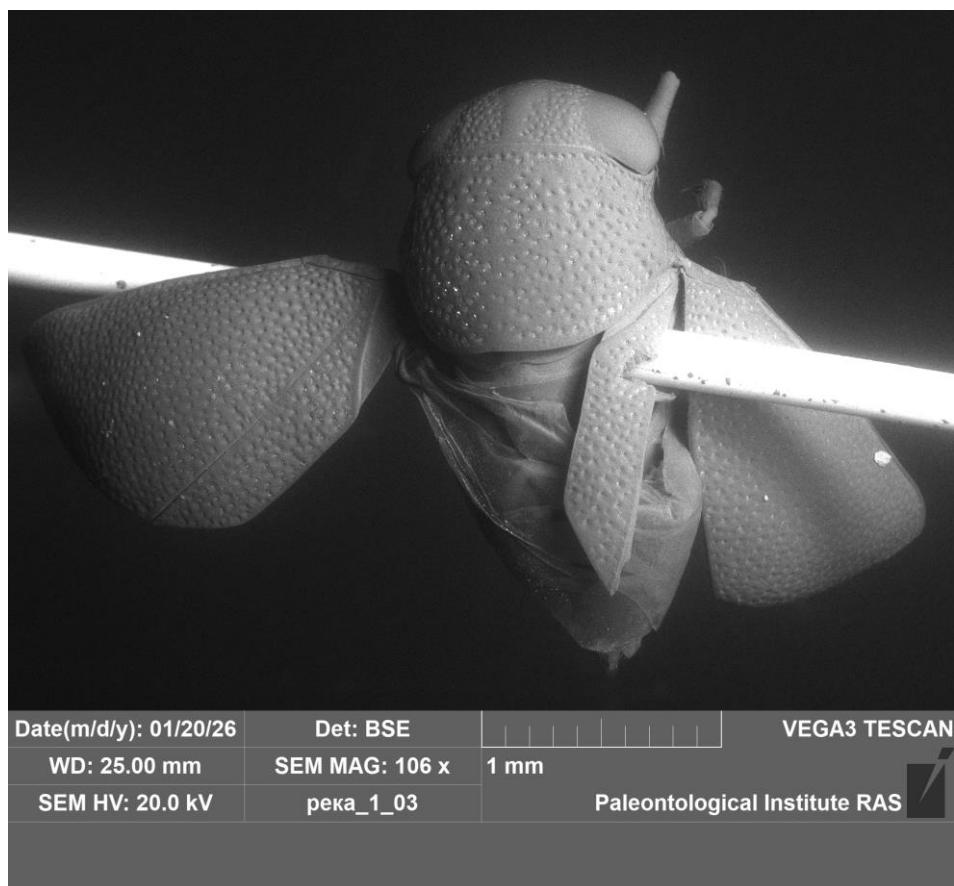


Рис. 38. Изображение самца *Plea cryptica* из р. Шумаровки с дорзальной стороны.

На изображении (рис. 40) видно место прикрепления крыла к телу. Также заметны углубления на переднеспинке и надкрыльях.



Рис. 39. Изображение головы самца *Plea cryptica* из р. Шумаровки.

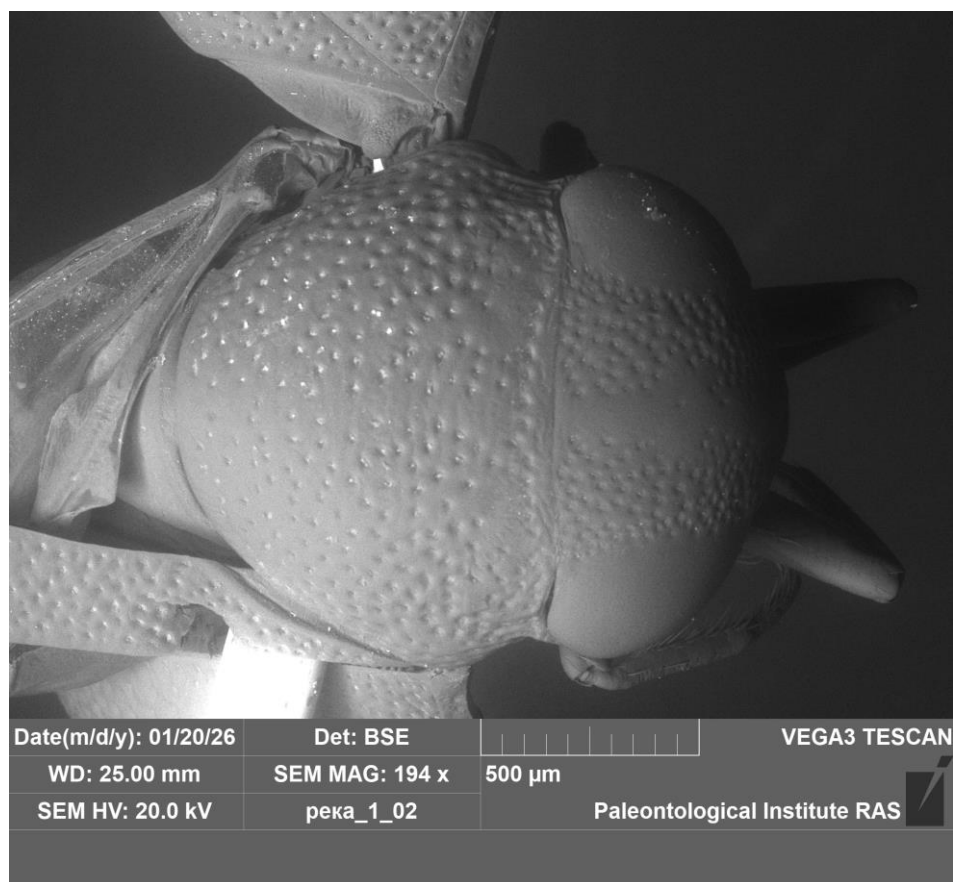


Рис. 40. Изображение переднеспинки и головы самца *Plea cryptica* из р. Шумаровки.

На рис. 41–43 показан самец из р. Шумаровки с вентральной стороны. Видны опушенные конечности, внешнее строение хоботка и выросты на брюшке, мы не нашли информации об их функциях.

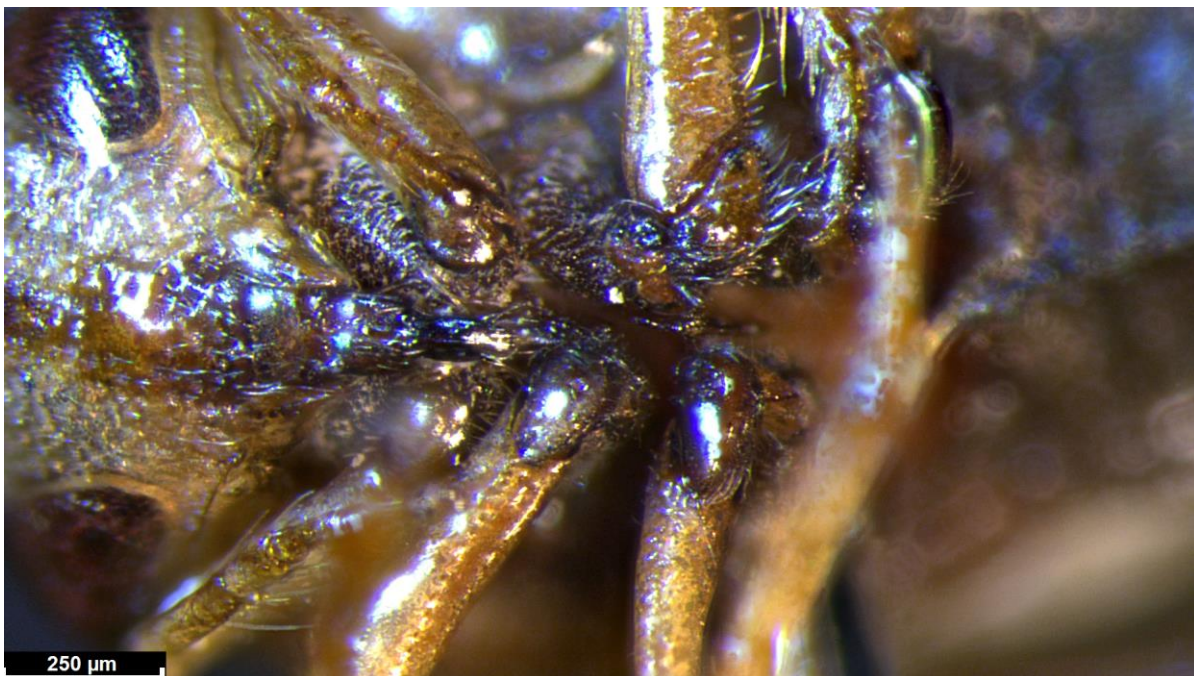


Рис. 41. Изображение хоботка и конечностей самца *Plea cryptica* из р. Шумаровки.



Рис. 42. Изображение головы и груди самца *Plea cryptica* из р. Шумаровки с вентральной стороны.

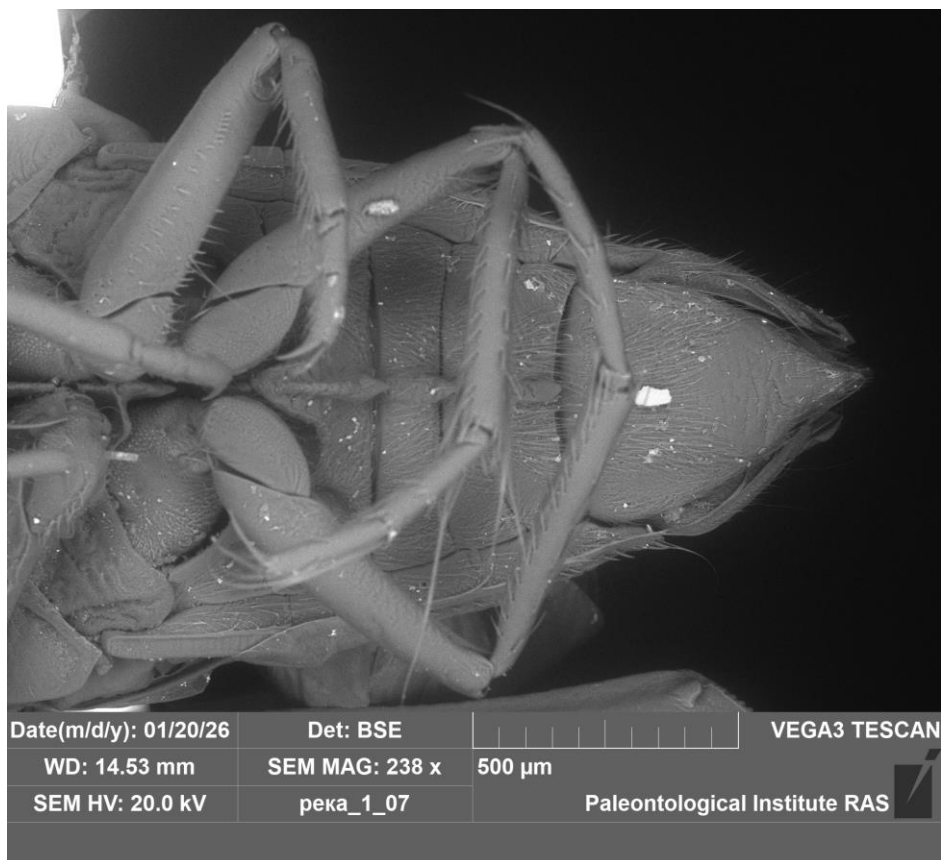


Рис. 43. Изображение брюшка самца *Plea cryptica* из р. Шумаровки с вентральной стороны.

На рис. 44 изображены структуры, происхождения которых мы не знаем. На другом экземпляре такие же структуры были обнаружены при помощи светового микроскопа, они имели красный цвет. Возможно, это яйца водных клещей или семена каких-то растений, но точных данных мы не нашли.

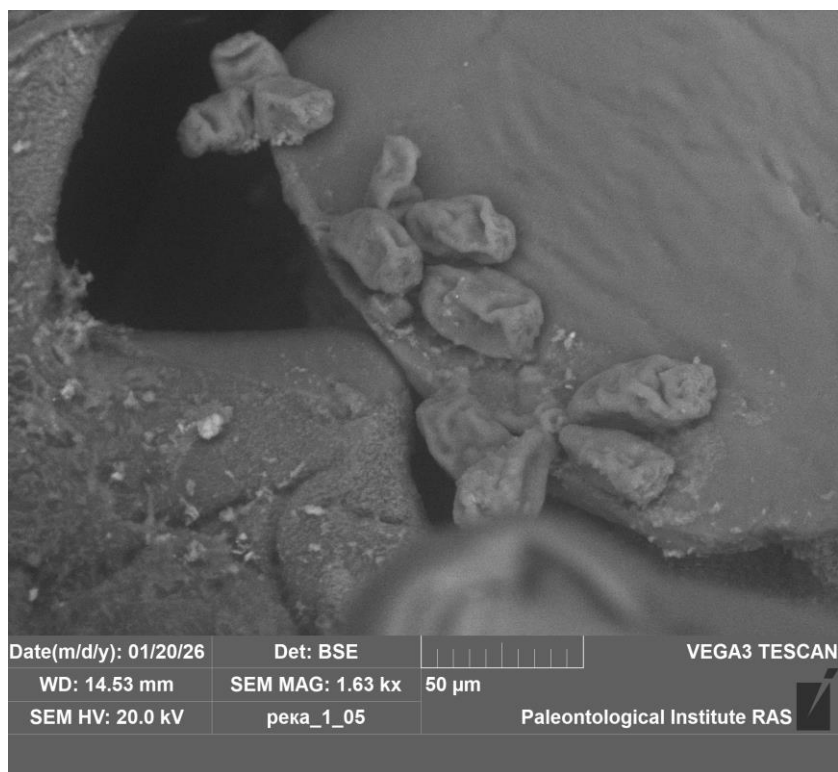


Рис. 44. Неизвестные структуры на вентральной стороне переднегруди самца *Plea cryptica* из р. Шумаровки.

Обсуждение

Мы изучили видовой состав, соотношение полов, морфологическую изменчивость рода *Plea* и степень редукции задних крыльев.

Как писал Раупах с соавт. (Raupach et al., 2024), морфологическая изменчивость в популяции довольно высокая внутри цветового диапазона: от светлого, почти белого до темно-коричневого. И все же, темно-коричневый (рис. 6) встречался реже, чем более светлый оттенки. Не менялся только цвет головы: она всегда светлая, что также подтверждает слова Раупаха с соавт. (Raupach et al., 2024) о том, что *Plea cryptica* и *Plea minutissima* не сильно, но различаются внешне. *Plea cryptica* в целом светлее своего вида-двойника.

Длина тела и длина задних крыльев (рис. 7) и высота тела и длина задних крыльев (рис. 9) положительно коррелируют. Это значит, что степень редукции крыльев минимальная. Мы думаем, что плеи могли бы летать, если бы не толщина – крылья практически прозрачные, очень тонкие и легко рвутся (рис. 30). Задокumentированных случаев лета плеи нет (Prokin, Sazhnev, 2024), что подтверждает гипотезу о том, что они не

летают на задних крыльях. Различия между длиной крыльев у самок и самцов есть, но эти данные незначимые.

Рис. 30–35 – изображения, полученные на СЭМ. Мы обнаружили несколько жилок на крыле (рис. 30), но это не все, что обычно есть у насекомых, что может говорить о том, что *Plea cryptica* не летает на задних крыльях. Можно сказать, что редукция задних крыльев, хотя бы небольшая, есть. Рис. 31 и 32 – неясные структуры (ячеистая структура и бороздчатая полоска). Мы не нашли никакой информации о них. Наша главная гипотеза – их польза в движении под водой. Вся поверхность крыла покрыта микротрихиями (рис. 33), настоящих волосков на задних крыльях мы не нашли.

В будущем эту работу можно продолжить, изучая большее число морфологических признаков и уделяя особое внимание тарзальной формуле каждого экземпляра, так как морфологические признаки – определительный признак для *Plea cryptica* и *Plea minutissima*, а тарзальная формула – определительный признак родов Pleidae. Также можно изучить поведение плей в зависимости от различных факторов, таких как свет, температура и, в частности, способность к лету при их изменении, потому что их поведение плохо изучено. Далее было бы интересно исследовать их реакцию на изменение давления и кислотности воды.

Выводы

1. На территории стационара «Сунога» окрестностей поселка Борок Некоузского района Ярославской области отмечен только вид *Plea cryptica*.
2. Соотношение полов вида *Plea cryptica* на территории поселка Борок Некоузского района Ярославской области примерно одинаково.
3. Окраска имаго внутри исследованной популяции *Plea cryptica* значительно варьирует от светло-желтого до темно-коричневого.
4. Задние крылья у особей *Plea cryptica* из исследованной популяции не редуцированы или редуцированы слабо.

Благодарности

Мы благодарны администрации Института биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН за возможность проведения исследований на территории стационара «Сунога», также С. М. Глаголеву, Е. В. Елисеевой и П. А. Волковой за организацию летней практики. Также мы благодарны П. Н. Петрову за чуткое и внимательное научное руководство. Мы благодарим Т. В. Кузнецову за организацию электронного сканирования образцов, Р. А. Ракитова и Е. М. Чертопруд за помощь в процессе электронного сканирования в Палеонтологическом музее им. Ю. А. Орлова, А. В. Тимохова за предоставление оборудования и Д. Е. Щербакова за советы по препаровке материала. Мы благодарим А. С. Сажнева за рецензирование нашей работы. Мы признательны А. Д. Екенину, А. В. Флоке и Ф. С. Фалину за помощь в сборе материала, а также Э. Э. Рахманову за то, что уступил нам необходимое оборудование.

Список литературы

1. Канюкова Е. В. 2006. Водные полужесткокрылые насекомые (Heteroptera: Nepomorpha, Gerromorpha) фауны России и сопредельных стран. Владивосток: Дальнаука. 297 с.
2. Попов Ю.А. 1971. Историческое развитие полужесткокрылых инфракласса Nepomorpha (Heteroptera). Т. 129. М.: Наука. 240 с.
3. Ровинский А. М., Рудых И. Д. [Интернет документ] 2023. Новые данные по фауне водных жесткокрылых окрестностей поселка Борок Некоузского района Ярославской области [URL: <https://bioclass.ru/wp-content/uploads/2023/09/Waterbeetles2022.pdf>]
4. Саулич А. Х., Мусолин Д. Л. 2007. Сезонное развитие водных и околотоводных полужесткокрылых насекомых (Heteroptera). СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та. 205 с.
5. Шаповалов М.И., Сапрыкин М.А., Прокин А.А. 2017. Водные полужесткокрылые (Heteroptera: Nepomorpha, Gerromorpha) Северо-Западного Кавказа: фауна, зоогеография, экология. М.: Т-во науч. изданий КМК. 186 с.
6. Esaki T. 1928. China E. W. (eds). A Monograph of the Helotrephidae, subfamily Helotrephinae (Hem. Heteroptera). Eos, Revista Española de Entomología 4: 129–172.

https://doi.org/10.1007/978-981-97-1817-7_41

7. Prokin A. A., Sazhnev A. S. 2024. First records of *Plea cryptica* Raupach, Charzinski and Hendrich, (Heteroptera: Pleidae) from Russia. Труды Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН **109** (112): 48–52.

<https://doi.org/10.47021/0320-3557-2025-48-52>

8. Raupach, M.J., Charzinski, N., Villastrigo et al., 2024. The discovery of an overseen pygmy backswimmer in Europe (Heteroptera, Nepomorpha, Pleidae). Scientific Reports **14** (1), 28139.

<https://doi.org/10.1038/s41598-024-78224-6>

9. R Core Team. 2025. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
<https://www.R-project.org/>

10. Schuh R. T., Slater A. J. 1995. True Bugs of the world (Hemiptera Heteroptera). Cornell University Press, 336 p.

11. Wefelscheid H. 1912. Über die Biologie und Anatomie von *Plea minutissima* Leach. Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere **32**: 389–474.