

Г. Г. Сушко

ВАРИАЦИИ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ВЕРЕСКОВОГО ЛИСТОЕДА *LOCHMAEA SUTURALIS* (THOMSON, 1866) В РАЗЛИЧНЫХ МЕСТООБИТАНИЯХ В БЕЛОРУССКОМ ПООЗЕРЬЕ

Во введении показано, что изменчивость размеров животных может указывать на динамику экологических условий их местообитаний. Размеры специализированных насекомых могут быть использованы для оценки состояния экосистем. Среди них – обитатель верховых болот и сосновых лесов, ассоциированный с вереском, *Lochmaea suturalis* (Thomson, 1866). В Беларуси экология вида мало изучена. Цель исследования – выявить основные тренды динамики морфологических признаков имаго *L. suturalis* в различных местообитаниях вида в Белорусском Поозерье. В основной части описана методика сбора с помощью энтомологического кошения, указано, что имаго собраны в семи биотопах: сосновые леса, в кустарничковом ярусе которых преобладают *Calluna vulgaris* (постпирогенные и естественные), *Vaccinium myrtillus* и *V. vitis-idaea*, а также верховые болота с *C. vulgaris* (осушенные и естественные) с другими кустарничками. Измерены длина тела, ширина головы, ширина переднеспинки, длина переднеспинки, длина надкрыльев по шву и ширина надкрыльев. Различия средних значений этих показателей были выявлены с помощью дисперсионного анализа, коэффициента вариации и мультивариантного анализа (PCA, NMDS), отмечена их достаточно высокая однородность, продемонстрированы общие тренды вариации с использованием диаграмм ординации. В заключении показано, что большинство морфологических показателей выше на крупных малонарушенных верховых болотах с вереском и в постпирогенных сосновых лесах. Наименьшие размеры были у особей на бруснике и болотных кустарничках. Наличие больших и относительно изолированных популяций *L. suturalis* в местообитаниях с преобладанием *Ledum palustre*, *Chamaedaphne calyculata*, *Vaccinium myrtillus* и *Vaccinium vitis-idaea* и др. указывает на более широкие трофические связи вида в Белорусском Поозерье по сравнению с другими регионами Европы, где *Lochmaea suturalis* считается монофагом вереска.

Ключевые слова: морфологические показатели, *Lochmaea suturalis* (Thomson, 1866), сосновые леса, верховые болота, Белорусское Поозерье.

Введение. К числу функциональных признаков организмов, которые непосредственно связаны физиологическими процессами и особенностями поведения, обеспечивающими адаптации к факторам среды, относятся размеры тела и пропорции его отдельных частей. Поэтому возрастает интерес к исследованиям изменчивости размеров тела животных, и в частности насекомых, многие таксоны которых являются удобными объектами для изучения механизмов адаптации [1, с. 11]. Изменчивость морфологических признаков насекомых, как правило, изучается с позиций вариации признаков в различных экологических условиях в географическом аспекте (правило Бергмана), в плане индикации состояния окружающей среды, включая антропогенные влияния, и изменения климата [2–6]. Не менее важным является изучение адаптаций на региональном уровне, позволяющее сформировать представления о механизмах приспособлений к локальным условиям среды обитания и их динамике.

Размеры экоскелета специализированных насекомых, обладающих высокими показателями численности в определенных местообитаниях, могут обладать важным диагностическим значением при характеристике экологических условий, отражая их различия. В частности, мы предположили, что тирфофильный вид верховых болот и обитатель сосновых лесов, ассоциированный трофически с вересковыми кустарничками, *Lochmaea suturalis* (Thomson, 1866) может различаться по морфологическим признакам в местообитаниях на торфяно-болотных и минеральных почвах. К настоящему времени в Европе вопросы биологии данного вида детально изучены, что дает основу для дальнейшего сравнительного анализа его экологических

Сушко Геннадий Геннадьевич, д-р биол. наук, доц., зав. каф. экологии и географии ВГУ им. П. М. Машерова (Беларусь).

Адрес для корреспонденции: пр. Московский, 33, 210038, г. Витебск, Беларусь; e-mail: gennadis@rambler.ru

преферендумов. Установлено, что в Центральной и Западной Европе *Lochmaea suturalis* ассоциирован в наибольшей мере с вересковыми пустошами [7; 8]. В Беларуси экология вида до настоящего времени изучалась спорадически, только в рамках исследований биоразнообразия экосистем, таких как верховые болота и сосновые леса, где он является одним из основных консументов трофических сетей вследствие высокой численности [9; 10]. Интерес к *Lochmaea suturalis* может быть обусловлен и тем, что его имаго и личинки являются фитофагами ценных для человека дикорастущих ягодников и лекарственных растений. Познание механизмов динамики морфологических признаков могут косвенно указать на интенсивность обмена веществ *Lochmaea suturalis* при питании различными видами растений, что впоследствии наряду с изучением трофических преферендумов позволит оценить вредоносность верескового листоеда. В связи с этим цель данного исследования – выявить основные тренды динамики морфологических признаков имаго листоеда *Lochmaea suturalis* (Thomson, 1866) в различных экологических условиях местообитаний вида в Белорусском Поозерье.

Основная часть

Описание объекта исследования. Жук семейства Листоеды *Lochmaea suturalis* топически и трофически связан с вересковыми ассоциациями на минеральных и торфяно-болотных почвах. Личинки и взрослые особи данного вида питаются листьями и побегами *Calluna vulgaris* (Linnaeus 1758). Особенно это характерно для Западной Европы, где вид считается монофагом вереска, а вересковые пустоши занимают значительные территории. В климатических условиях данного региона зарегистрированы даже массовые вспышки численности верескового листоеда. Взрослые жуки зимуют в подстилке и становятся активными весной, когда среднесуточная температура поднимается выше 9 °С. Затем жуки покидают подстилку и забираются на побеги вереска. В это время плотность жуков может быть очень высокой (местами до 2000 экз. / м²) [7; 8; 11].

Исследования, выполненные в Белорусском Поозерье, показали, что вересковый листоед отмечен в кустарничковом ярусе сосновых лесов и верховых болот, как естественных, так и осушенных. При этом среднее число выявленных особей значимо выше на вереске, тогда как самое низкое – на чернике и голубике. В отличие от последних, брусника, которая не сбрасывает листья на зиму, вероятно, может служить кормовым растением для перезимовавших имаго [9; 12].

Методика сбора материала. Сборы проводились с конца апреля до конца октября 2018–2019 гг. с интервалом 10–14 дней. Материал собран методом энтомологического кошения. За единицу учетной плотности при кошении сачком (выборочную совокупность) принято 50 взмахов на трансекте длиной 50 м и шириной 2 м (100 м²) в пятикратной повторности на участках с гомогенной растительностью в сосновых лесах на минеральных почвах и на верховых болотах. Собраный материал усыплялся этилацетатом и хранился на ватных слоях.

Стационары исследований. Имаго верескового листоеда коллектировались в сосновых лесах различных типов и на верховых болотах с наличием вереска обыкновенного и других растений порядка Верескоцветные, таких как брусника, черника, голубика, багульник, хамедафна. Во избежание оценки особей, мигрирующих с одного вида кормового растения на другое, расстояние между стационарами составляло не менее 3 км. Сбор материала осуществлялся в сосняках на минеральных почвах – вересковых (постпирогенных и естественных), черничных и брусничных, а также на верховых болотах – естественных с наличием вереска обыкновенного и отсутствием последнего и на участках нарушенных болот, покрытых вереском (таблица 1).

Морфологические показатели. Для анализа были выбраны следующие морфологические показатели экзоскелета верескового листоеда: длина тела, ширина головы, включая глаза, ширина переднеспинки, длина переднеспинки, длина надкрыльев по шву и ширина надкрыльев. В случайном порядке было отобрано по 100 особей жуков, собранных в каждом стационаре исследования. Измерения проводились с помощью бинокулярного микроскопа МБС 9 с градуированными миллиметровой шкалой окулярами. Результаты измерений заносились

в электронную базу данных для последующей статистической обработки.

Таблица 1 – Характеристика стационаров исследований

Биотоп	Аббревиатура	Локализация	Координаты	Примечание
Сосняк вересковый	СВерП	окр. д. Щитовка, Сенненский р-н, Витебская обл.	54°88'N30°38' E	Постпирогенный лес с кустарничковым ярусом из <i>Calluna vulgaris</i>
Сосняк вересковый	СВерП	окр. д. Волковщина, Миорский р-н, Витебская обл.	55°35'N 27°26'E	Постпирогенный лес с кустарничковым ярусом из <i>Calluna vulgaris</i>
Сосняк вересковый	СВер	окр. д. Придвинье, Витебский р-н, Витебская обл.	55°11'N29°59' E	Лес с хорошо выраженными вересковыми синузиями
Сосняк вересковый	СВер	окр. д. Волковщина, Миорский р-н, Витебская обл.	55°28'N27°24' E	Лес с хорошо выраженными вересковыми синузиями
Верховое болото	ВбВер	окр. д. Каменполье, Миорский р-н, Витебская обл.	55°37'N28°06' E	Болото с хорошо выраженными вересковыми синузиями в травяно-кустарничковом ярусе
Верховое болото	ВбВер	окр. д. Мартиновцы, Миорский р-н, Витебская обл.	55°38'N27°34' E	Болото с хорошо выраженными вересковыми синузиями в травяно-кустарничковом ярусе
Верховое болото	ВбК	окр. д. Придвинье, Витебский р-н, Витебская обл.	55°10'N29°57'E	Болото без вереска в травяно-кустарничковом ярусе; преобладают багульник болотный, хамедафна болотная, голубика топяная
Сосняк черничный	Счер	окр. д. Придвинье, Витебский р-н, Витебская обл.	55°10'N29°56' E	Лес с кустарничковым ярусом, сформированным черникой обыкновенной
Сосняк черничный	Счер	окр. д. Волковщина, Миорский р-н, Витебская обл.	55°34'N27°26' E	Лес с кустарничковым ярусом, сформированным черникой обыкновенной
Сосняк брусничный	Сбр	окр. д. Придвинье, Витебский р-н, Витебская обл.	55°10'N29°27' E	Лес с кустарничковым ярусом, сформированным брусничкой обыкновенной
Сосняк брусничный	Сбр	окр. д. Волковщина, Миорский р-н, Витебская обл.	55°33'N27°25' E	Лес с кустарничковым ярусом, сформированным брусничкой обыкновенной
Верховое болото	ВбВтр	окр. д. Дымовщина, Витебский район, Витебская обл.	55°11'N30°5'E	Участки после добычи торфа, покрытые вереском обыкновенным

Статистическая обработка данных. Для каждого морфологического признака рассчитаны средние значения и их ошибки. О степени однородности измеренных признаков судили по величине коэффициента вариации, представляющего собой соотношение среднего квадратического отклонения и среднего арифметического, рассчитанного по формуле

$$C_v = (\sigma/k) \times 100,$$

где σ – среднеквадратическое отклонение показателя; k – среднее значение показателя.

Если значение коэффициента вариации не превышает 33 %, то совокупность считается однородной, а если больше 33 %, то неоднородной.

Для сравнения морфологических признаков применили однофакторный дисперсионный анализ (one-way ANOVA). Тест Левене (Levene's test) использован для выявления гомогенности

дисперсии, тест Тьюки (Tukey's pairwise comparisons) – для апостериорных сравнений. Для выяснения пространственной дифференциации морфологических признаков в исследованных типах местообитаний использован анализ главных компонент (PCA), построенный на ковариационной матрице. Изменения измеренных показателей в зависимости от растения, на котором зарегистрированы особи, проанализированы с помощью неметрического многомерного шкалирования (NMDS). Анализы выполнены в программе PAST 3.0. [13].

Результаты исследований и их обсуждение. Средние значения морфологических показателей листоеда *Lochmaea suturalis* и их стандартные ошибки приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Средние значения (mean±SE, мм) морфологических показателей листоеда *Lochmaea suturalis* в различных местообитаниях

Средние значения и стандартные ошибки	Биотопы						
	СВерП	СВер	В6Вер	В6К	Счер	Сбр	В6Втр
Общая длина тела	5,10	4,98	5,13	4,79	4,96	4,80	4,97
Стандартная ошибка	0,04	0,04	0,03	0,03	0,05	0,04	0,04
Ширина головы	1,23	1,20	1,24	1,11	1,16	1,12	1,13
Стандартная ошибка	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Ширина переднеспинки	1,72	1,70	1,74	1,65	1,75	1,70	1,70
Стандартная ошибка	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Длина переднеспинки	0,92	0,89	0,96	0,91	0,92	0,88	0,97
Стандартная ошибка	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
Длина надкрыльев	3,92	3,74	3,72	3,65	3,64	3,64	3,87
Стандартная ошибка	0,04	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03	0,03
Ширина надкрыльев	2,72	2,54	2,82	2,67	2,69	2,63	2,89
Стандартная ошибка	0,03	0,05	0,03	0,02	0,02	0,04	0,03

Примечание – сокращения стационаров исследований приведены в таблице 1.

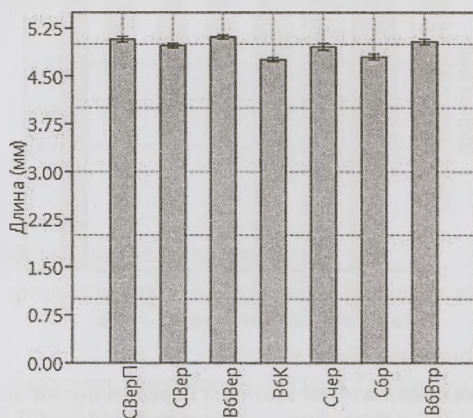
Выполненный дисперсионный анализ (one-way ANOVA) показал значимые различия ($p < 0,05$) измеренных морфологических показателей во всех исследуемых местообитаниях (таблица 3).

Таблица 3 – Различия морфологических показателей листоеда *Lochmaea suturalis* в различных местообитаниях по результатам дисперсионного анализа (one-way ANOVA)

Морфологические показатели	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p
Общая длина тела	5,564	7	0,795	9,703	0,0001
Ширина головы	1,122	7	0,160	14,220	0,0001
Ширина переднеспинки	0,446	7	0,064	3,886	0,0001
Длина переднеспинки	0,396	7	0,057	6,903	0,0001
Длина надкрыльев	4,328	7	0,618	10,190	0,0001
Ширина надкрыльев	5,806	7	0,829	14,920	0,0001

Тест Тьюки, использованный для апостериорных (попарных) сравнений, выявил различия между размерами жуков, коллектированных в каждом из них, что отражено на диаграммах размаха (рисунки 3–6). В частности, общая длина тела была значимо выше ($p < 0,05$) у жуков, выявленных на верховых болотах с высокой долей вереска в проективном покрытии, и составила $5,13 \pm 0,03$ мм (таблица 2). Высокие значения данного показателя оказались также в постпирогенных сосняках на минеральной почве и на нарушенном болоте с преобладанием вереска. При этом достоверных различий длины тела в этих местообитаниях

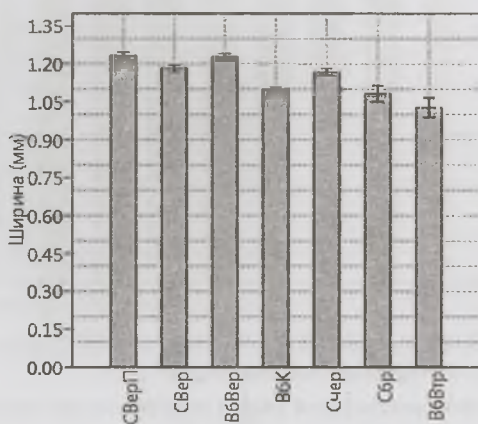
не выявлено (тест Тьюки, $p > 0,05$). Минимальной длиной тела характеризовались жуки, зарегистрированные на бруснике и на верховом болоте с преобладанием багульника болотного и других вересковых кустарничков (вереск обыкновенный отсутствовал), а также на бруснике в сосняках брусничных. Отдельную группу, занимающую промежуточное положение между максимальными и минимальными показателями, составили особи, коллектированные на вереске в сосняках вересковых и сосняках черничных, между которыми достоверных различий длины тела не выявлено (тест Тьюки, $p > 0,05$) (рисунок 1).



Пояснения: условные обозначения как в таблице 2.

Рисунок 1 – Различия средних показателей длины тела листоёда *Lochmaea suturalis* в различных местообитаниях

Ширина головы была также достоверно (тест Тьюки, $p < 0,05$) наибольшей ($1,24 \pm 0,01$ мм) на верховых болотах с высокой долей вереска в проективном покрытии, а также в других местообитаниях с *Calluna vulgaris*, за исключением участков трансформированных верховых болот. Минимальные средние значения ширины головы отмечены для особей, выявленных на верховых болотах без вереска, в сосняках брусничных и на трансформированном болоте (таблица 2, рисунок 2).

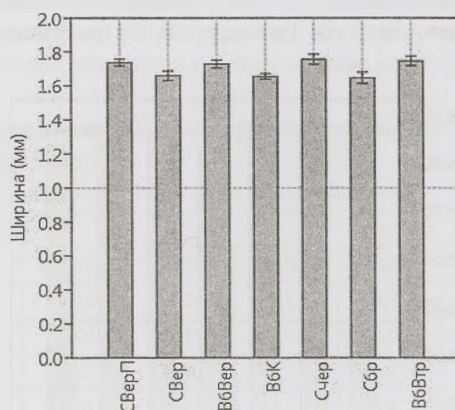


Пояснения: условные обозначения как в таблице 2.

Рисунок 2 – Различия средних показателей ширины головы листоёда *Lochmaea suturalis* в различных местообитаниях

Средняя ширина переднеспинки оказалась самой высокой в сосняках черничных и на нарушенном болоте ($1,75 \pm 0,02$ мм), однако она достоверно (тест Тьюки, $p > 0,05$)

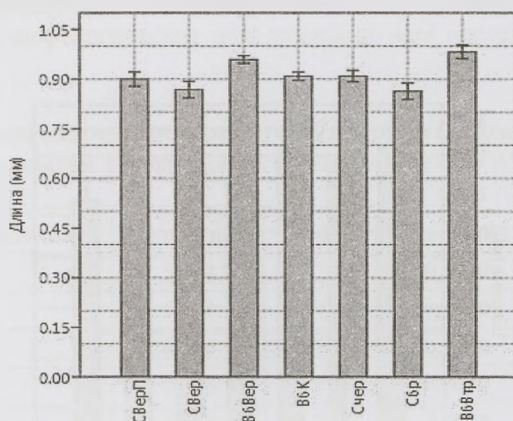
не различалась у особей, коллектированных в данных биотопах и на вереске в постпирогенных сосняках и на верховых болотах. Наиболее низкие значения ($1,65 \pm 0,01$ мм) были на верховом болоте без вереска и сосняках брусничных. В остальных местообитаниях ширина переднеспинки достоверно не различалась (тест Тьюки, $p > 0,05$) (рисунок 3).



Пояснения: условные обозначения как в таблице 2.

Рисунок 3 – Различия средних показателей ширины переднеспинки листоеда *Lochmaea suturalis* в различных местообитаниях

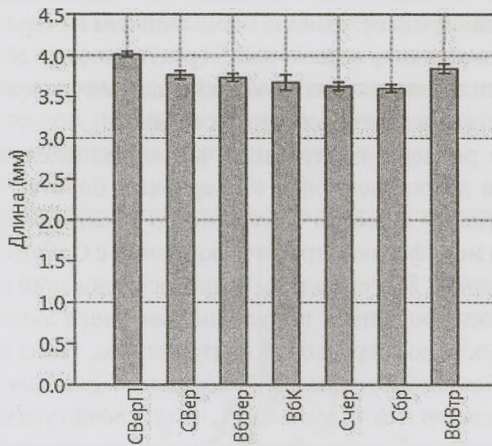
Средняя длина переднеспинки оказалась максимальной (тест Тьюки, $p < 0,05$) у жуков, отловленных на вереске обыкновенном на верховых болотах, как естественных ($0,96 \pm 0,01$ мм), так и нарушенных ($0,97 \pm 0,01$ мм). Наиболее низкие значения ($0,88 \pm 0,01$ мм) были в сосняке брусничном, но они не отличались значимо (тест Тьюки, $p > 0,05$) у особей, выявленных на вереске в лесах на минеральных почвах на других кустарничках (рисунок 4, таблица 2).



Пояснения: условные обозначения как в таблице 2.

Рисунок 4 – Различия средних показателей длины переднеспинки листоеда *Lochmaea suturalis* в различных местообитаниях

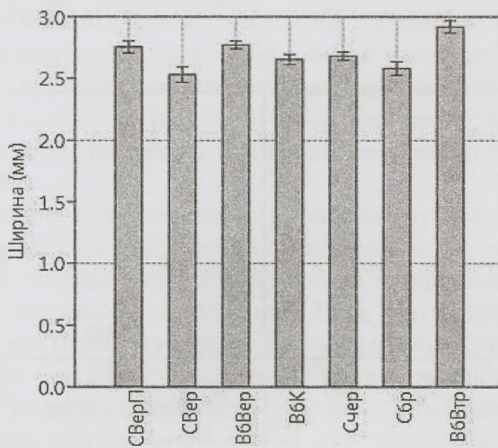
Длина надкрыльев была достоверно (тест Тьюки, $p < 0,05$) больше у особей, собранных в постпирогенном сосняке вересковом ($3,91 \pm 0,04$ мм), а также на нарушенном верховом болоте. В других местообитаниях достоверных (тест Тьюки, $p > 0,05$) различий длины крыльев не установлено. При этом наиболее низкие значения средней длины выявлены в сосняках брусничных и черничных (рисунок 5, таблица 2).



Пояснения: условные обозначения как в таблице 2.

Рисунок 5 – Различия средних показателей длины надкрыльев листоеда *Lochmaea suturalis* в различных местообитаниях

Ширина надкрыльев оказалась максимальной (тест Тьюки, $p < 0,05$) у жуков, отловленных на верховых болотах с преобладанием вереска, как нарушенных ($2,91 \pm 0,04$ мм), так и естественных ($2,82 \pm 0,03$ мм). В других местообитаниях с вереском обыкновенным значение данного показателя ниже. Наименьшая ширина надкрыльев была в сосняках вересковых на минеральных почвах, а также в местообитаниях без вереска, причем достоверных различий (тест Тьюки, $p > 0,05$) между последними не выявлено (рисунок 6, таблица 2).



Пояснения: условные обозначения как в таблице 2.

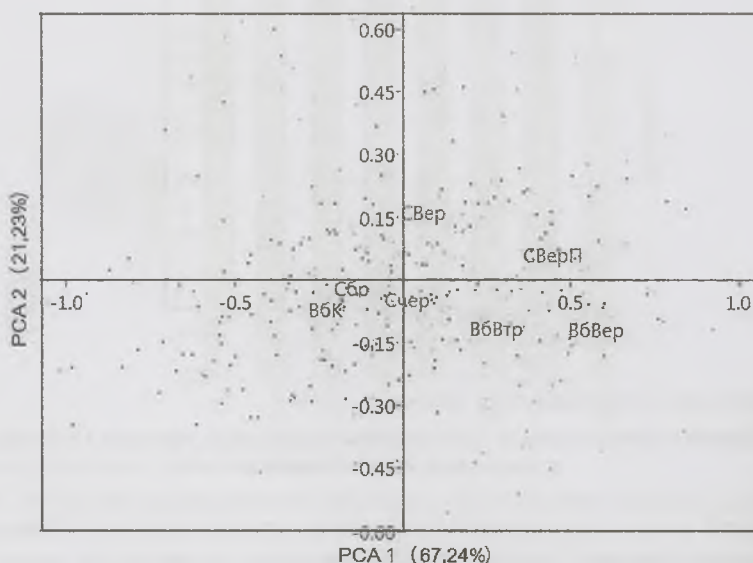
Рисунок 6 – Различия средних показателей ширины надкрыльев листоеда *Lochmaea suturalis* в различных местообитаниях

Сравнительный анализ измеренных морфологических показателей *Lochmaea suturalis* в различных местообитаниях показал, что большинство из них были выше у особей, выявленных в фитоценозах, где вереск обыкновенный формирует крупные и достаточно однородные синузии, в частности на больших малонарушенных верховых болотах с *Calluna vulgaris* и в постпирогенных сосняках вересковых. Исключение составляют только особи, зарегистрированные на чернике, у которых была наибольшая ширина переднеспинки. Следовательно, можно предположить о наиболее благоприятных условиях обитания

в биоценозах с высокой долей в напочвенном покрове основного кормового растения *Calluna vulgaris*. Несколько меньшие средние значения большинства измеренных морфологических показателей в естественных сосняках вересковых, вероятно, можно объяснить тем, что вереск обыкновенный представлен здесь относительно небольшими дискретными синузиями и не формирует сплошной ярус, как в постпирогенных сосняках.

Наименьшие средние размеры измеренных частей экзоскелета выявлены у особей, отловленных на бруснике обыкновенной и на верховых болотах с отсутствием вереска обыкновенного. К настоящему времени большинство исследований экологии *Lochmaea suturalis* констатируют его монофагию и трофические связи с *Calluna vulgaris*, реже с видами рода *Erica* и *Empetrum nigrum* [7; 8]. Результаты наших исследований демонстрируют наличие крупных, относительно изолированных популяций *Lochmaea suturalis* в местообитаниях с преобладанием различных видов вересковых кустарничков, таких как *Andromeda polifolia*, *Ledum palustre*, *Chamaedaphne calyculata* и *Vaccinium uliginosum*, на верховых болотах и *Vaccinium myrtillus* и *Vaccinium vitis-idaea* в лесах, что косвенно указывает на более широкие трофические связи данного вида в Белорусском Поозерье. Поэтому трофические предпочтения верескового листоеда требуют дальнейшего изучения. Исходя из представленных результатов, можно охарактеризовать *Calluna vulgaris* как наиболее приемлемое кормовое растение для вида, так как основным выявленным трендом было увеличение размеров особей, в большинстве случаев в местообитаниях с вереском обыкновенным, по сравнению с местообитаниями с другими кустарничками.

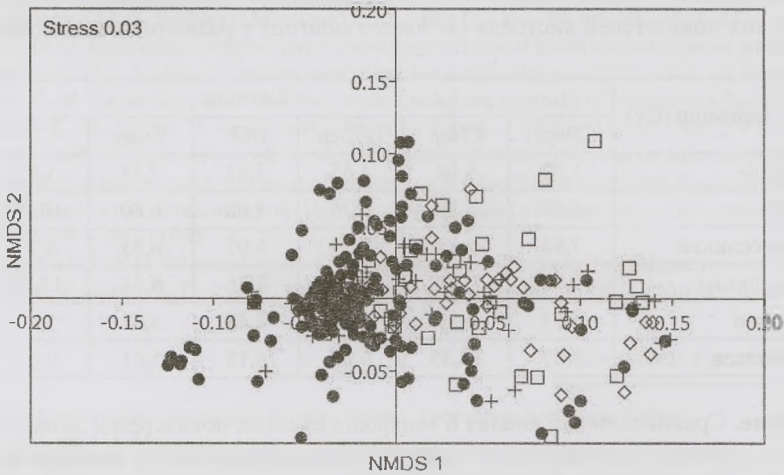
Для детализации пространственного распределения морфологических признаков имаго *Lochmaea suturalis* был использован анализ главных компонент (PCA). Дисперсия первых двух осей (главных компонент) составила 67,24 и 21,23 % соответственно. На ординационной диаграмме (рисунок 7) видна отчетливая дифференциация размеров особей, выявленных в разных местообитаниях. По первой главной компоненте (PC 1) можно проследить градиент местообитаний, отражающий наличие вереска обыкновенного в фитоценозах. В левой части диаграммы сконцентрированы местообитания без вереска (ВБК, Сбр, Счер), в правой части – местообитания с вереском на верховых болотах (СВер, ВБВтр, СВерП, ВБВер).



Пояснения: СВерП – сосняк вересковый после пожара, СВер – сосняк вересковый, ВБВер – верховое болото с вереском, ВБК – верховое болото без вереска с другими вересковыми кустарничками, Счер – сосняк черничный, Сбр – сосняк брусничный, ВБВтр – верховое болото трансформированное.

Рисунок 7 – Ординационная диаграмма анализа главных компонент (PCA) для морфологических показателей листоеда *Lochmaea suturalis*

Обобщение изменения всех морфологических признаков особей, зарегистрированных на различных растениях, выполнено методом многомерного неметрического шкалирования. На диаграмме (рисунок 8) ординации NMDS в виде различных символов представлены значения морфологических показателей имаго верескового листоеда (особи, коллектированные в местообитаниях с вереском показаны темными кружками, тогда как особи, выявленные на других кустарничках, обозначены другими символами).



Пояснения: кружки – местообитания с вереском обыкновенным, квадраты – верховые болота без вереска, ромбы – местообитания с брусничкой обыкновенной, плюсы – местообитания с черничкой обыкновенной.

Рисунок 8 – Ординационная диаграмма многомерного неметрического шкалирования (NMDS) для морфологических показателей листоеда *Lochmaea suturalis*

Как видно, области с преобладанием кружков, т.е. соответствующие особям, отмеченным на вереске, сгруппированы преимущественно в левой части диаграммы, тогда как особи, пойманные на других кустарничках, отмеченные другими символами, сгруппированы в наибольшей степени в правой части и более рассредоточены. Следовательно, наблюдается отчетливое разделение морфологических признаков верескового листоеда, зарегистрированного на разных растениях.

Коэффициент вариации (C_v) был использован для изучения вариабельности каждого морфологического признака в отдельности. Полученные значения C_v свидетельствуют о достаточно высокой однородности совокупностей морфологических показателей всех измеренных признаков, так как они не превышали 33 %. В то же время отдельные показатели, такие как ширина головы (различия между минимальными и максимальными значениями коэффициента вариации – 10,93) и длина переднеспинки (различия между минимальными и максимальными значениями коэффициента вариации – 7,77), характеризовались наибольшей вариабельностью. Длина тела (различия между минимальными и максимальными значениями коэффициента вариации – 2,68) и длина надкрыльев (различия между минимальными и максимальными значениями коэффициента вариации – 2,51) оказались наименее вариабельными (таблица 4).

Более высокие показатели вариации ширины головы, по всей видимости, обусловлены размером головного ганглия, а длины переднеспинки – развитием мышц, связанных с полетом. Оба признака, вероятно, связаны в наибольшей степени со способностью особей к расселению. Однако длина тела и длина надкрыльев, которые также могут быть связаны с полетом, оказались наименее вариабельными. Ряд исследований показали, что имаго *Lochmaea suturalis* расселяются с помощью ветра, и они, по-видимому, не могут выбрать направление полета, несмотря на то, что взрослые особи имеют хорошо развитые летательные мышцы на протяжении большей части своей жизни. Также отмечено, что число особей резко возрастает

в безветренные и солнечные дни ранней весной, когда средняя дневная температура выше 16 °С. При этом уровень освещенности и скорость ветра являются критическими, потому что увеличение облачности и скорости ветра отрицательно влияют на скорость лёта, и жуки приземляются [7; 8; 11]. Следовательно, длина тела и длина надкрыльев, вероятно, связаны с летательной активностью имаго, способствуя изменению массы тела.

Таблица 4 – Средние значения (mean ± SE, мм) и показатели коэффициентов вариации (Cv) морфологических показателей листоеда *Lochmaea suturalis* в различных местообитаниях

Коэффициент вариации (Cv)	Биотопы						
	СВерП	СВер	В6Вер	В6К	Счер	Сбр	В6Втр
Общая длина тела	5,82	6,06	4,65	5,82	7,33	5,80	5,80
Ширина головы	5,99	5,88	5,76	8,08	6,80	10,26	10,77
Ширина переднеспинки	7,88	5,28	7,39	6,07	6,65	8,10	8,78
Длина переднеспинки	9,80	12,05	5,93	8,76	8,64	13,15	9,57
Длина надкрыльев	6,53	6,39	4,85	8,48	5,98	5,44	6,46
Ширина надкрыльев	8,07	12,35	6,28	6,15	5,61	9,97	8,42

Заключение. Сравнительный анализ 6 морфологических показателей экзоскелета имаго жука листоеда *Lochmaea suturalis* с использованием one-way ANOVA показал достоверные различия ($p < 0,05$) их средних значений в различных местообитаниях. Выявлено, что большинство из них были выше у особей, зарегистрированных в фитоценозах, где вереск обыкновенный формирует крупные и достаточно однородные синузии, в частности на больших малонарушенных верховых болотах с *Calluna vulgaris* и в постпирогенных сосняках вересковых. В то время как особи, отмеченные на других кустарничках, характеризовались меньшими размерами. Обнаруженный тренд пространственной дифференциации морфологических показателей подтвержден методами многомерного анализа (PCA, NMDS).

Наличие крупных и относительно изолированных популяций *Lochmaea suturalis* в местообитаниях с преобладанием различных видов вересковых кустарничков, таких как *Andromeda polifolia*, *Ledum palustre*, *Chamaedaphne calyculata* и *Vaccinium uliginosum*, на верховых болотах и *Vaccinium myrtillus* и *Vaccinium vitis-idaea* в лесах, косвенно указывает на более широкие трофические связи данного вида в Белорусском Поозерье по сравнению с другими регионами Европы, где *Lochmaea suturalis* считается монофагом вереска обыкновенного.

Исследованные морфологические показатели *Lochmaea suturalis* характеризовались достаточно высокой однородностью, о чем свидетельствуют значения коэффициента вариации. В то же время отдельные морфологические показатели, такие как ширина головы и длина переднеспинки, характеризовались наибольшей вариабельностью, что, по всей видимости, обусловлено способностью особей к расселению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wong, M.K. Trait-based ecology of terrestrial arthropods Biological Reviews / M. K. Wong, B. Guenard, O. T. Lewis // Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society. – 2019. – Vol. 94, issue 3. – P. 999–1022.
2. Maryanski, M. Decreased Energetic Reserves, Morphological Changes and Accumulation of Metals in Carabid Beetles (*Poecilus cupreus* L.) Exposed to Zinc- or Cadmium-Contaminated Food / M. Maryanski [et al.] // Ecotoxicology. – 2002. – Vol. 11, issue 2. – P. 127–139.
3. Braun, S. D. Shifting Average Body Size During Regeneration After Pollution – A Case Study Using Ground Beetle Assemblages / S. D. Braun, T. H. Jones, J. Perner // Ecological Entomology. – 2004. – Vol. 29, issue 5. – P. 543–554.
4. Chown, S. L. Body Size Variation in Insects: A Macroecological Perspective / S. L. Chown, K. J. Gaston // Biological Reviews. – 2010. – Vol. 85, issue 1. – P. 139–169.
5. Smith, F. A. Animal Body Size: Linking Pattern and Process Across Space, Time and Taxonomic Group / F. A. Smith, S. K. Lyons. – Chicago : University of Chicago Press, 2013. – 280 p.

6. Sukhodolskaya, R. A. Effects of ecological factors on size-related traits in the ground beetle *Carabus granulatus* L. (Coleoptera, Carabidae) / R. A. Sukhodolskaya, A. A. Saveliev // Russian Journal of Ecology. – 2014. – Vol. 45, No. 5. – P. 414–420.
7. Pinder, A. C. A desk review of the ecology of heather beetle / A. C. Pinder [et al.] // Natural England Evidence Review. – 2015. – No. 008. – 32 p.
8. Rosenburgh, A. The heather beetle: a review. Report to the heather trust / A. Rosenburgh, R. Marrs. – Liverpool: Applied Vegetation Laboratory School of Environmental Sciences University of Liverpool, 2010. – 26 p.
9. Sushko, G. G. Diversity and species composition of beetles in the herb-shrub layer of a large isolated raised bog in Belarus / G. G. Sushko // Mires and Peat. – 2017. – Vol. 19, art. 10. – P. 1–14.
10. Sushko, G. G. Taxonomic composition and species diversity of insect assemblages in grass-shrub cover of peat bogs in Belarus / G. G. Sushko // Contemporary Problems of Ecology. – 2017. – Vol. 10, No. 3. – P. 259–270.
11. Jensen, K. M. The biology of the heather beetle *Lochmaea suturalis* (Coleoptera, Chrysomelidae) during the summer half / K. M. Jensen, B. O. Nielsen // Flora og Fauna. – 1985. – Vol. 91, No. 2. – P. 17–24.
12. Хохлова, О.И. Таксономический состав и биоразнообразие комплексов жесткокрылых насекомых (Insecta: Coleoptera) в консорциях черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus*), брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea*) и голубики топяной (*Vaccinium uliginosum*) в Белорусском Поозерье / О. И. Хохлова // Весник ВДУ. – 2019. – № 2 (103). – С. 72–81.
13. Hammer, Ø. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis / Ø. Hammer, D. A. T. Harpe, R. D. Ryan // Palaeontologica Electronica. – 2001. – Vol. 4, No. 1. – P. 1–9.

Поступила в редакцию 11.01.2021.

"Vesnik of Yanka Kupala State University of Grodno. Series 5. Economics. Sociology. Biology"

Vol. 11, No. 1, 2021, pp. 133–144

© Yanka Kupala State University of Grodno, 2021

Variation of the morphological traits of the heather leaf beetle *Lochmaea suturalis* (Thomson, 1866) in different habitats in the Belarusian Lake District

G. G. Sushko

Vitebsk State University named after P. M. Masherova (Belarus)

Moskovski Ave., 33, 210038, Vitebsk, Belarus; e-mail: gennadis@rambler.ru

Abstract. In the introduction, it is shown that the variability of the size of animals can indicate the dynamics of the ecological conditions of their habitats. The morphological traits of specialized insects can be used to assess of the ecosystem condition. Among them there is the inhabitant of raised bogs and pine forests, associated with heather, *Lochmaea suturalis* (Thomson, 1866). In Belarus, the ecology of this species has been poor studied. The aim of present study is to identify the main trends in the dynamics of morphological traits of imagoes of *L. suturalis* in different habitats in the Belarusian Lake District. The main part describes the collection method using entomological sweep netting of adults beetles in seven biotopes: pine forests (post-pyrogenic and natural), in the shrub layer of which *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus* and *V. vitis-idaea* dominated, as well in raised bogs covered by *C. vulgaris* (drained and almost intact) and covered by other shrubs. Body length, head width, pronotum width, pronotum length, elytral suture length, and elytral width were measured. The differences of the mean values of these traits were identified using analysis of variance, coefficient of variation and multivariate analysis (PCA, NMDS), their rather high homogeneity was noted, and general trends of variation were demonstrated using ordination diagrams. In conclusion, it is shown that most of the morphological parameters are higher in large almost intact raised bogs with heather and in post-pyrogenic pine forests. The lowest traits had individuals collected on lingon berries and bog shrubs. The presence of large and relatively isolated populations of *L. suturalis* in habitats with a predominance of *Ledum palustre*, *Chamaedaphne calyculata*, *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* and etc., indicates a wider trophic relationship of the species in the Belarusian Lake District, in comparison with the other regions of Europe, where *L. suturalis* is considered a heather monophage.

Keywords: morphological traits, *Lochmaea suturalis* (Thomson, 1866), pine forests, raised bogs, Belarusian Lake District.

References

1. Wong M. K., Guenard B., Lewis O. T. Trait-based ecology of terrestrial arthropods. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 2019, vol. 94, issue 3, pp. 999-1022.

2. Maryanski M. [et al.]. Decreased Energetic Reserves, Morphological Changes and Accumulation of Metals in Carabid Beetles (*Poecilus cupreus* L.) Exposed to Zinc- or Cadmium-Contaminated Food. *Ecotoxicology*, 2002, vol. 11, issue 2, pp. 127-139.
3. Braun S. D., Jones T. H., Perner J. Shifting Average Body Size During Regeneration After Pollution - A Case Study Using Ground Beetle Assemblages. *Ecological Entomology*, 2004, vol. 29, issue 5, pp. 543-554.
4. Chown S. L., Gaston K. J. Body Size Variation in Insects: A Macroecological Perspective. *Biological Reviews*, 2010, vol. 85, issue 1, pp. 139-169.
5. Smith F. A., Lyons S. K. Animal Body Size: Linking Pattern and Process Across Space, Time and Taxonomic Group. Chicago, 2013, 280 p.
6. Sukhodolskaya R. A., Saveliev A. A. Effects of ecological factors on size-related traits in the ground beetle *Carabus granulatus* L. (Coleoptera, Carabidae). *Russian Journal of Ecology*, 2014, vol. 45, No. 5, pp. 414-420.
7. Pinder A. C. [et al.]. A desk review of the ecology of heather beetle. *Natural England Evidence Review*, 2015, No. 008, 32 p.
8. Rosenburgh A., Marrs R. The heather beetle: a review. Report to the heather trust, Liverpool, 2010, 26 p.
9. Sushko G. G. Diversity and species composition of beetles in the herb-shrub layer of a large isolated raised bog in Belarus. *Mires and Peat*, 2017, vol. 19, No. 10, pp. 1-14.
10. Sushko G. G. Taxonomic composition and species diversity of insect assemblages in grass-shrub cover of peat bogs in Belarus. *Contemporary Problems of Ecology*, 2017, vol. 10, No. 3, pp. 259-270.
11. Jensen K. M., Nielsen B. O. The biology of the heather beetle *Lochmaea suturalis* (Coleoptera, Chrysomelidae) during the summer half. *Flora og Fauna*, 1985, vol. 91, No. 2, pp. 17-24.
12. Khokhlova O. I. Taxonomic composition and biodiversity of beetle complexes (Insecta: Coleoptera) in consortia of bilberry (*Vaccinium myrtillus*), lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea*) and marsh blueberry (*Vaccinium uliginosum*) in Belorussian Lake District [Taksonomicheskii sostav i bioraznoobrazie kompleksov zhestkokrylykh nasekomykh (Insecta: Coleoptera) v konsortsiakh, cherniki obyknovennoi (*Vaccinium myrtillus*), brusniki obyknovennoi (*Vaccinium vitis-idaea*) i golubiki topianoii (*Vaccinium uliginosum*) v Belorusskom Poozer'e]. *VSU Bulletin*, 2019, No. 2 (103), pp. 72-81.
13. Hammer Ø., Harpe D. A. T., Ryan R. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologica Electronica*, 2001, vol. 4, No. 1, pp. 1-9.

Вниманию авторов!

В научном, производственно-практическом журнале

«Вестник Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы.
Серыя 5. Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія»

по научному направлению «биология»
предлагаются следующие рубрики:



ботаника, зоология, физиология животных, физиология человека, гистология, материальные условия жизни, биохимия, молекулярная биология, биофизика, общая экология, гидробиология, экологическое воспитание и экологическое образование.

* Автор выражает глубокую признательность студентке биологического факультета ВГУ им. П. М. Машерова А. О. Зуевой за помощь в измерении имаго верескового листоёда и доценту кафедры зоологии, кандидату биологических наук И. А. Солодовникову за помощь в определении таксономической принадлежности нашего материала.