

Таксономический состав и видовое разнообразие сообществ насекомых травяно-кустарничкового яруса на верховых болотах в Беларуси

Г. Г. СУШКО

Витебский государственный университет им. П. М. Машерова
210038, Витебск, Московский просп., 33
E-mail: gennadis@tut.by

Статья поступила 08.03.2016

Принята к печати 10.10.2016

АННОТАЦИЯ

Проведено исследование видового состава и разнообразия сообществ насекомых в травяно-кустарничковом ярусе. Выявлено 374 вида из 10 отрядов. Преобладали Coleoptera, Diptera, Heteroptera и Auchenorrhyncha. В каждом отряде доминировали от двух до восьми видов. Это *Cixius similis* Kirschbaum, 1868, *Neophilaenus lineatus* (Linnaeus, 1758), *Lepyronia coleoptrata* (Linnaeus, 1758) (Auchenorrhyncha), *Lygus pratensis* (Linnaeus, 1758), *Kleidocerys resedae* (Panzer, 1797), *Stictopleurus crassicornis* (Linnaeus, 1758) (Heteroptera), *Lochmaea suturalis* (Thomson, 1866), *Cyphon padi* (Linnaeus, 1758), *Platymaris discolor* (Herbst, 1795) (Coleoptera) и др. Сообщества имели низкое видовое разнообразие и распределение видов по обилию. Наиболее сходными оказались энтомокомплексы местообитаний с преобладанием трав и кустарничков. Регрессионный анализ показал достоверные связи видового богатства и разнообразия насекомых с видовым составом растений и их проективным покрытием, а различные методы мультивариантного анализа (ССА и РСА) продемонстрировали влияние данных факторов на пространственное распределение конкретных видов и явные предпочтения ими определенных местообитаний.

Ключевые слова: насекомые, верховые болота, травяно-кустарничковый ярус, таксономический состав, видовое разнообразие, Беларусь.

Верховые болота Европы, в том числе и Республики Беларусь, являются островными экосистемами со специфическими экологическими условиями, мало характерными для умеренной зоны. В их растительном покрове доминируют сфагновые мхи и вересковые кустарнички. Почвы (торф) характеризуются низкой минерализацией и высокой кислотностью [Пидопличко, 1961; Боч, Мазинг, 1979]. Температура воздуха подвержена сильным

колебаниям в течение суток. Эти условия определяют специфику сообществ обитающих здесь животных. Кроме того, верховые болота относятся к наиболее уязвимым экосистемам Европы, площадь которых значительно сократилась на протяжении XX в., а в отдельных регионах Западной Европы они практически исчезли [Joosten, Clarke, 2002].

В Беларуси крупные болотные массивы, расположенные в основном в Поозерье, име-

ют возраст более 10 тыс. лет и считаются одними из древнейших экосистем [Пидопличко, 1961; Гельтман, 1982]. Многие из них сохранились в почти ненарушенном состоянии, поэтому изучение их биоразнообразия имеет важное значение как для инвентаризации фауны, так и для познания эволюционных аспектов и экологических механизмов функционирования данных экосистем.

Наиболее обширной группой животных на верховых болотах являются насекомые. Они имеют большую экологическую значимость как консументы первого и второго порядков, внося значительный вклад в распределение вещества и потока энергии на разных уровнях трофической пирамиды. Вследствие многочисленности и высокого таксономического разнообразия, насекомые весьма чувствительны к изменению экологических условий, а отдельные высокоспециализированные виды могут служить биоиндикаторами и использоваться в мониторинговых исследованиях. Видовые комплексы насекомых наряду с растительными сообществами, вероятно, демонстрируют своеобразие экологических условий верховых болот, а изменение показателей их видового разнообразия, в том числе выровненности видов по обилию и концентрации доминирования, в ряду биотопов – гетерогенность болотных местообитаний.

Экосистемы верховых болот Белорусского Поозерья как одни из наименее трансформированных в Европе являются хранителями генофонда редких и исчезающих видов, в том числе холодолюбивых субарктических и бореальных насекомых [Spitzer, Danks, 2006], большинство из которых являются высокоспециализированными и входят в состав таких группировок, как тирфобионты и тирфофилы [Peus, 1928]. Последние благодаря специфике экологических условий верховых болот могут образовывать в Белорусском Поозерье локальные популяции далеко за пределами своего основного ареала.

Первые специальные исследования насекомых верховых болот Европы, материалы которых опубликованы в начале прошлого века, охватывают широкий спектр таксонов и демонстрируют своеобразие их населения. На этот период приходится наиболее подробные сводки, включающие информацию по

всем отрядам насекомых верховых болот в [Peus, 1928; Rabeler, 1931; Maavara, 1957; Krogerus, 1960]. Однако за относительно недавний период времени хорошо изученными являются только некоторые группы насекомых, такие как чешуекрылые и жесткокрылые мохового покрова. Насекомым травяно-кустарничкового яруса посвящено ограниченное количество публикаций [Rampazzi, Dethier, 1997; Freese, Biedermann, 2005; Montagna et al., 2008; Nickel, Gärtner, 2009; Friess, Korn, 2013; Holzinger, Schlosser, 2013]. Они содержат информацию в основном об отдельных крупных таксонах, таких как цикадовые и полужесткокрылые. Наиболее крупной работой за последнее время, включающей обзор большинства таксонов насекомых, является только монография о наземных беспозвоночных верховых болот Латвии [Spungis, 2008].

В связи с этим цель данной работы – изучение видового состава и разнообразия сообществ насекомых травяно-кустарничкового яруса, а также факторов определяющих их дифференциацию.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Регион исследований охватывает территорию Белорусского Поозерья. Сборы фактического материала насекомых в полевых условиях проводились на 15 верховых болотах, расположенных на территории 13 административных районов в период с 2008 по 2015 г. (рис. 1).

Основными стационарами исследований, на которых проведены многолетние ежегодные учеты, являлись болотные массивы “Ельня” (55°34' с. ш., 27°55' в. д.), “Освейское” (56°5' с. ш., 28°7' в. д.), “Оболь 2” (55°25' с. ш., 29°22' в. д.), “Болото Мох” (55°37' с. ш., 28°06' в. д.). На остальных болотах материал собирался несколько раз в течение полевого сезона.

Болотный массив устроен концентрически, соответственно пространственным различиям торфяной залежи. Поверхность его выпуклая и может расчленяться на склон и плоскую вершину – плато. Болото окружено переходной зоной – окрайкой (лагом) (рис. 2).

Выбор стационаров для сборов материала осуществлялся от края к вершине болота, соответственно градиенту экологических условий. Наименования растительных ассоци-

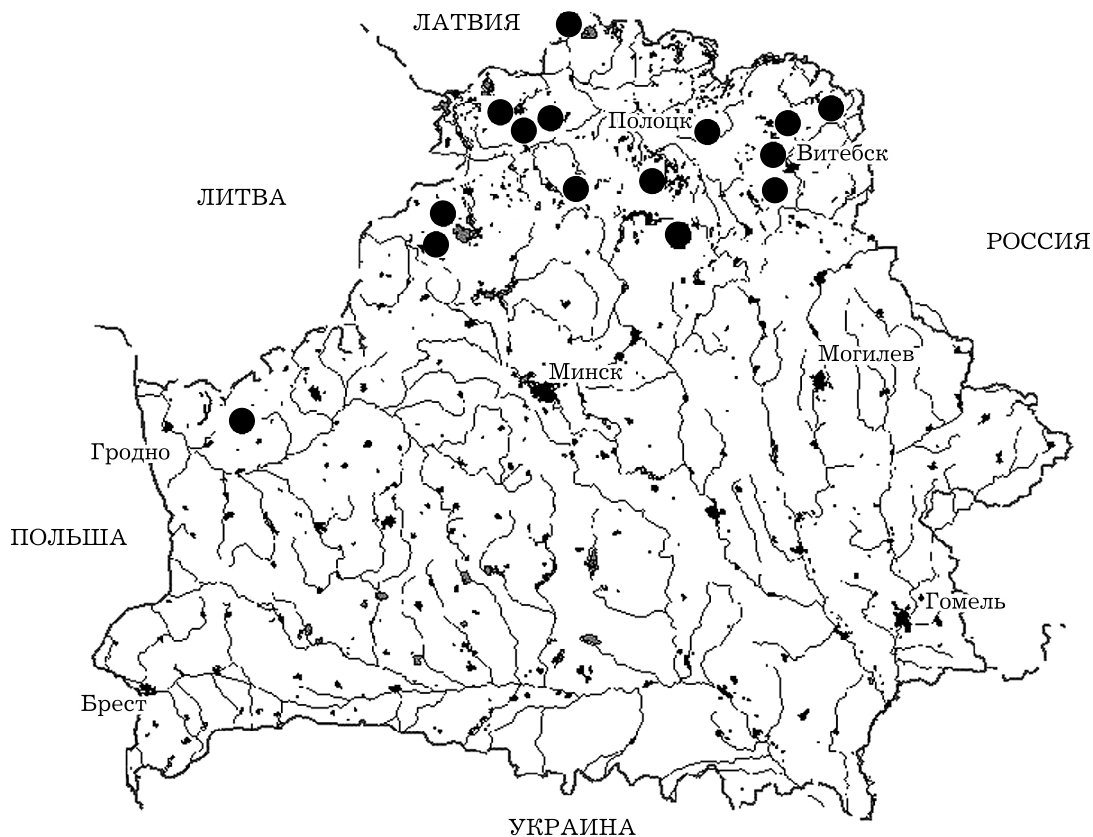


Рис. 1. Локализация исследованных верховых болот на территории Республики Беларусь

аций приводятся в рамках доминантной системы синтаксонов с использованием в качестве основных источников крупных обобщающих работ по классификации растительно-

сти верховых болот [Пидопличко, 1961; Боч, Мазинг, 1979].

Для исследований выбраны семь наиболее типичных биотопов: 1) лаг-зона (Лэг); распо-

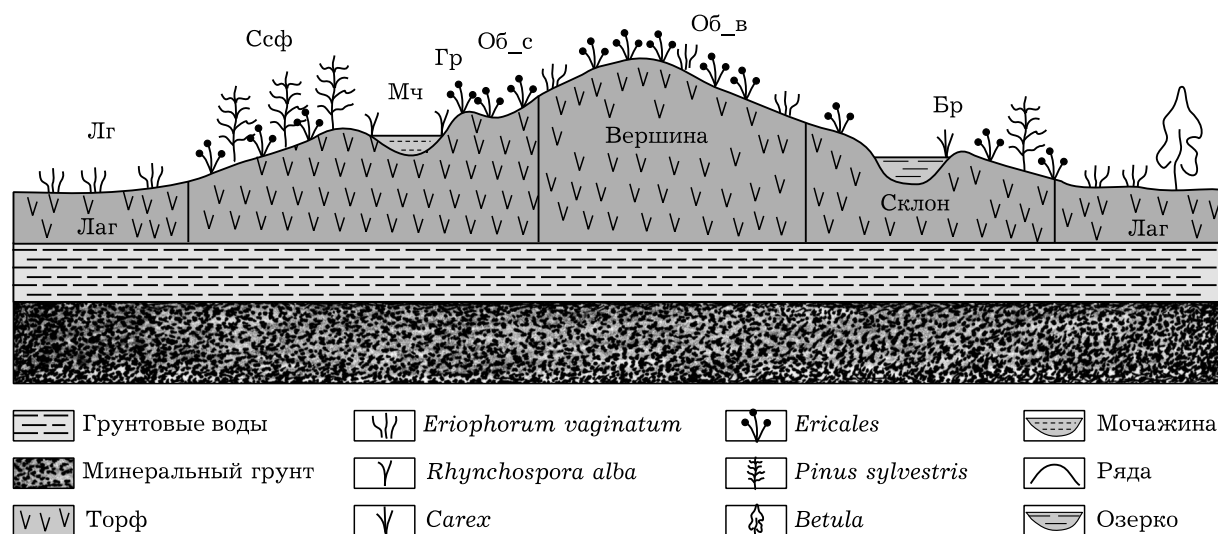


Рис. 2. Профиль верхового болота и локализация мест сбора материала: Лэг – лаг-зона, Ссф – сосняки сфагновые, Мч – мочажины, Гр – гряды, Об_скл – открытые биотопы склона, Бр – берега водоемов, Об_в – открытые биотопы вершины

ложена неширокой полосой по крайкам болот и граничит с прилегающими биоценозами на минеральных почвах, характеризуется большой амплитудой колебания уровня болотных вод, избыточно увлажнена ранней весной, растительность представлена пушицево-сфагновыми фитоценозами (*Eriophorum vaginatum* + *Rhynchospora alba* – *Sphagnum angustifolium*); 2) сосняки (Ссф) на склоне болот; характеризуются слабо выраженным рельефом и сравнительно невысокой обводненностью, растительность представлена сосново-кустарничково-пушицево-сфагновой ассоциацией (*Pinus sylvestris* – *Eriophorum vaginatum* – *Ledum palustre* – *Sphagnum magellanicum* + *S. angustifolium*), в которой древесный ярус сильно разрежен и представлен угнетенной *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*, кустарнички представлены *Ledum palustre*, *Calluna vulgaris*, *Chamaedaphne calyculata*, *Oxycoccus palustris*, *Empetrum nigrum*, травы – *Eriophorum vaginatum*, мхи – *Sphagnum magellanicum*, *S. rubellum*, *S. balticum*; 3) мочажины грядово-мочажинного комплекса (Мч) на склоне болот; отличаются постоянным избыточным увлажнением, располагаются между чередующимися повышениями – грядами, растительность представлена очеретниково-сфагновой ассоциацией (*Rhynchospora alba* – *Sphagnum cuspidatum*), травы – *Rhynchospora alba*, *Scheuchzeria palustris*, *Carex limosa*, *Eriophorum vaginatum*, *Drosera rotundifolia*, кустарнички – *Oxycoccus palustris* и *Andromeda polifolia*, мхи – *Sphagnum cuspidatum*, *S. balticum*, *S. rubellum*; 4) гряды грядово-мочажинного комплекса (Гр) на склоне болот; влаги мало, рельеф бугристый, растительность представлена кустарничково-пушицево-сфагновой ассоциацией (*Eriophorum vaginatum* – *Oxycoccus palustris* + *Andromeda polifolia* + *Ledum palustre* – *Sphagnum magellanicum* + *S. angustifolium* + *S. fuscum*), травы – *Eriophorum vaginatum*, кустарнички – *Ledum palustre*, *Chamaedaphne calyculata*, *Calluna vulgaris*, *Andromeda polifolia*, *Vaccinium uliginosum*, *Oxycoccus palustris* и *Empetrum nigrum*, мхи – *Sphagnum magellanicum*, *S. fuscum*, *S. rubellum*, иногда *Polytrichum strictum*; 5) открытые биотопы (Об_скл) на склоне болот; характеризуются мелкобугристым рельефом и сравнительно слабой обводнен-

ностью, растительность представлена кустарничково-пушицево-сфагновой ассоциацией (*Eriophorum vaginatum* – *Ledum palustre* – *Chamaedaphne calyculata* – *Empetrum nigrum* – *Calluna vulgaris* – *Oxycoccus palustris* + *Andromeda polyfolia* + *Vaccinium uliginosum* – *Sphagnum magellanicum* + *S. angustifolium* + *S. fuscum*), травы представлены *Eriophorum vaginatum*, *Drosera* spp., кустарнички – *Ledum palustre*, *Chamaedaphne calyculata*, *Calluna vulgaris*, *Oxycoccus palustris*, *Andromeda polifolia*, мхи – *Sphagnum magellanicum*, *S. rubellum*, *S. fuscum* и *S. balticum*; 6) берега озер и озерков грядово-озеркового комплекса (Бр) на склоне болот; характеризуются сильной обводненностью, растительность представлена осоково-сфагновой ассоциацией (*Carex limosa* – *Sphagnum cuspidatum*), травы – *Carex limosa*, *Eriophorum vaginatum*, *Rhynchospora alba*, *Scheuchzeria palustris*, мхи – *Sphagnum cuspidatum*; 7) вершина болот (Об_в); обводненность невысокая, часто создаются условия резкого ее недостатка, рельеф слабо бугристый, растительность представлена кустарничково-пушицево-сфагновой ассоциацией (*Eriophorum vaginatum* – *Calluna vulgaris* + *Ledum palustre* – *Sphagnum fuscum* + *S. magellanicum*), кустарнички представлены в основном *Calluna vulgaris* и сильно угнетенными *Ledum palustre*, *Chamaedaphne calyculata*, *Vaccinium uliginosum*, травы – *Eriophorum vaginatum*, мхи – *Sphagnum fuscum*, *S. magellanicum* (см. рис. 2). В каждом биотопе исследованы по три участка 50 × 50 м с однородной растительностью (всего 21), в которых изучены общее проективное покрытие, %: растений яруса, трав и кустарничков, а также высота растений, число видов высших сосудистых растений, наличие древесного яруса, уровень болотных вод (табл. 1). Места исследований располагались на расстоянии не менее 50 м друг от друга.

Сбор материала осуществлялся методом кошения энтомологическим сачком (диаметр 30 см). За единицу учета принято 50 взмахов сачка в пятикратной повторности. Исследования проводились с мая по октябрь.

Для оценки α -разнообразия использованы индекс доминирования Симпсона (D), мера информационного разнообразия Шеннона (H'). Выровненность видов по обилию оценивалась

Основные параметры ($\pm SE$) мест исследований на верховых болотах в Беларуси

Переменная среды	Местообитания						
	Лаг	Ссф	Мч	Гр	Об_скл	Бр	Об_в
Проективное покрытие кустарничков, %	10,8 \pm 2	57,9 \pm 11	8,3 \pm 6	54,3 \pm 3	59,4 \pm 16	0	56,1 \pm 7
Проективное покрытие трав, %	68,8 \pm 6	12,1 \pm 4	43,3 \pm 3	19,7 \pm 2	28,5 \pm 18	81,9 \pm 1	24,7 \pm 2
Общее проективное покрытие, %	79,6 \pm 5	85,5 \pm 2	51,6 \pm 7	73,7 \pm 2	87,9 \pm 4	81,9 \pm 2	80,8 \pm 8
Высота растений	31 \pm 0,27	30 \pm 0,91	28 \pm 0,37	23 \pm 0,44	32 \pm 11	38 \pm 0,48	24 \pm 0,97
Число видов высших сосудистых растений	3	10	1	8	9	1	7
Высота стояния болотных вод, см	4 \pm 0,41	12 \pm 0,11	1 \pm 0,07	15 \pm 0,36	12 \pm 0,11	1 \pm 0,04	35 \pm 0,47
Количество точек исследований в одном биотопе	3	3	3	3	3	3	3

П р и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 2–6: Лаг – лаг-зона, Ссф – сосняки сфагновые, Мч – мочажины, Гр – гряды, Об_скл – открытые биотопы склона, Бр – берега водоемов, Об_в – открытые биотопы вершины.

с помощью индекса Пиелу (J). Иерархический кластерный анализ (UPGMA linking method) применен для исследования β -разнообразия [Мэгарран, 1992].

Влияние изученных факторов среды на видовое богатство и разнообразие насекомых травяно-кустарничкового яруса оценивали с помощью регрессионного анализа, в частности общей линейной модели (GLM) [Zuur et al., 2009]. Анализ главных компонент (PCA) использован для ординации в отношении видов и их местообитаний [Джонгман и др., 1999]. С помощью канонического анализа соответствий (ССА) изучена зависимость распределения отдельных видов от рассматриваемых факторов среды. Данные обилия видов прологарифмированы (\log_2). На ординационных диаграммах указаны аббревиатуры названия видов (по трем первым буквам названий рода и вида). Виды, известные по 1–2 экземплярам, исключены из анализа.

Расчеты выполнены с использованием программ Past® [Hammer et al., 2003] и R 2.12.2 [R Development Core Team, 2011].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Таксономический состав насекомых травяно-кустарничкового яруса. В травяно-ку-

старничковом ярусе выявлено 374 вида насекомых, относящихся к 10 отрядам: Dictyoptera (1 вид), Orthoptera (9 видов), Psocoptera (2 вида), Sternorrhyncha (7 видов), Auchenorrhyncha (46 видов), Heteroptera (75 видов), Coleoptera (153 вида), Neuroptera (10 видов), Hymenoptera (7 видов), Diptera (64 вида). Ввиду сложности идентификации для части представителей отрядов Hymenoptera и Diptera таксономическая принадлежность установлена на уровне семейства (табл. 2).

Большинство этих насекомых топически и трофически связаны с травяно-кустарничковым ярусом, но отдельные, активно летающие виды, только посещают его. Особенно это заметно во время цветения кустарничков. Регулярно здесь регистрируются двукрылые подотряда Nematocera, относящиеся к семействам Tipulidae, Limoniidae, Mucetophilidae, Cecidomyiidae, Sciaridae, Culicidae, Simuliidae, Ceratopogonidae, Chironomidae. Среди данной группы выявлен видовой состав таких семейств, как Tipulidae (7 видов) и Limoniidae (11 видов) [Парамонов, Сушко, 2010].

Среди представителей подотряда Brachycera установлен видовой состав семейств Rhagionidae (1 вид), Tabanidae (2 вида), Empididae (5 видов), Hybotidae (2 вида), Dolichopodidae (5 видов), Syrphidae (27 видов), Cha-

Таксономический состав насекомых (Insecta, Ectognatha) травяно-кустарничкового яруса верховых болот в Беларуси

Таксон	Количество видов						
	Лар	Ссф	Мч	Гр	Об_скл	Бр	Об_в
Dictyoptera	1	1	–	1	1	1	1
Orthoptera	7	4	4	2	2	4	4
Psocoptera	1	2	1	2	2	–	2
Sternorrhyncha	4	10	3	9	8	–	7
Auchenorrhyncha	31	31	22	28	29	16	20
Heteroptera	36	54	20	38	66	23	40
Coleoptera	77	96	44	83	94	44	57
Neuroptera	1	5	–	4	4	–	3
Нymenoptera	4	8	4	8	3	–	6
Diptera	41	42	38	38	45	43	26
Всего	203	253	136	213	254	131	166

maemyiidae (1 вид), Sciomyzidae (6 видов), Sepsidae (5 видов), Opomyzidae (1 вид), Chloropidae (9 видов), Scathophagidae (4 вида), Calliphoridae (1 вид), Tachinidae (9 видов). Кроме того, коллектированы виды семейств Stratiomyidae, Bombyliidae, Lonchoceridae, Phoridae, Pipunculidae, Conopidae, Tephritidae, Lauxaniidae, Sphaeroceridae, Drosophilidae, Ephydriidae, Anthomyiidae, Sarcophagidae, Muscidae. Большинство из них за исключением Bombyliidae, Tephritidae, Drosophilidae, Anthomyiidae и Muscidae высоким обилием не отличались.

Ряд насекомых посещают травяно-кустарничковый ярус в качестве опылителей. Большинство из них мигрируют с соседних биотопов на минеральных почвах. Среди данной группы следует отметить некоторых одиночных и общественных пчелиных, мух-сирфид, а также некоторых своеобразных перепончатокрылых.

В связи со способностью к активному полету в количественных учетах доля многих из них незначительна. Выявлено 28 видов мух журчалок (семейство Syrphidae), 19 видов пчелиных (семейство Apidae). По встречаемости среди сирфид выделяется несколько видов: *Sphaerophoria interrupta* (Fabricius, 1805), *S. scripta* (Linnaeus, 1758), *Melanostoma mellinum* (Linnaeus, 1758), *Eristalis lineata* (Harris, 1776) [Сушко, 2012]. Среди пчелиных массовым видом являлась пчела *Apis mellifera* Linnaeus, 1758. Обычными оказались также

шмели *Bombus muscorum* Linnaeus, 1758, *B. pascuorum* Scopoli, 1763, *B. hortorum* Linnaeus, 1761, *B. pratorum* Linnaeus, 1761, *B. jonellus* Kirby, 1802 [Сушко, 2012].

Ряд видов, отмеченных в сборах, логично отнести к группе сустинентов (посетителей). Таковыми являются поденки, ручейники, стрекозы. Они используют травяно-кустарничковый ярус для отдыха при мигрирующих полетах, спаривания или охоты. При анализе энтомокомплексов, приуроченных к травяно-кустарничковому ярусу, данные виды не учитывались, так же как и представители семейства Aphididae (отряд Sternorrhyncha). Для сбора последних используются специальные методики и встречаются они агрегированно.

Видовое богатство и относительная численность сообществ насекомых различных местообитаний. В травяно-кустарничковом ярусе большинства местообитаний зарегистрированы представители 10 отрядов насекомых. Исключение составляют мочажины и берега водоемов, где выявлены насекомые восьми и шести отрядов соответственно. Основу энтомокомплексов составляют представители четырех отрядов, преобладающих как по обилию, так и по видовому богатству: Coleoptera, Diptera, Heteroptera и Auchenorrhyncha. При этом на первом месте по количеству видов везде оказались жуки, исключая берега водоемов, где преобладали двукрылые. Последние располагаются на втором

месте в грядово-мочажинных комплексах и в пушицево-сфагновых ассоциациях окрайки. В остальных биотопах второе место занимали полужесткокрылые (см. табл. 2).

Фаунистический облик сообществ формировали виды таких семейств жуков, как Chrysomelidae (12–34 вида), на втором месте – Curculionidae (4–18 видов) и Cantharidae (5–14 видов). Среди клопов везде преобладают семейства Pentatomidae (8–11 видов), на втором месте – Miridae (5–14 видов) и Lygaeidae (3–13 видов), среди цикадовых лидировали Cicadellidae (11–21 вид). Двукрылых выявлено 23–24 вида во всех местообитаниях.

Наибольшим видовым богатством насекомых среди всех исследованных местообитаний характеризуются открытые биотопы склона (262 вида) и сосняки сфагновые (255 видов). Несколько меньшее число видов выявлено на грядах (215). Меньше всего их коллектировано по берегам водоемов (134 вида) и мочажин (139 видов) (см. табл. 2).

Эти же биотопы имели самую низкую относительную численность насекомых. С другой стороны, местообитания лаг-зоны, открытых пространств вершины и сосняки сфагновые характеризуются более высокой относительной численностью (табл. 3).

Если рассматривать распределение видов по относительному обилию в каждом отряде, то оно характеризуется преобладанием от двух до восьми видов в различных место-

обитаниях. Например, доля *Neophilaenus lineatus* (Linnaeus, 1758) среди Auchenorrhyncha везде составляет от 67,50 до 11,93 %, доля *Stephanitis oberti* (Kolenati, 1857) среди Heteroptera и *Lochmaea suturalis* (Thomson, 1866) среди Coleoptera в отдельных энтомокомплексах превышает 20 %. Кроме указанных видов в данный перечень входят *Cixius similis* Kirschbaum, 1868, *Lepyronia coleoptrata* (Linnaeus, 1758) (Auchenorrhyncha), *Lygus pratensis* (Linnaeus, 1758), *Kleidocerys resedae* (Panzer, 1797), *Stictopleurus crassicornis* (Linnaeus, 1758) (Heteroptera), *Cyphon padi* (Linnaeus, 1758), *Plateumaris discolor* (Herbst, 1795) (Coleoptera). Из этого следует, что основу комплекса насекомых травяно-кустарничкового яруса составляет ограниченное количество массовых видов (табл. 4).

Видовое разнообразие. Оценка уровня дифференциации α -разнообразия произведена на модельных группах, имеющих наибольшую приуроченность к травяно-кустарничковому ярусу (Orthoptera, Auchenorrhyncha, Heteroptera, Coleoptera).

Самое высокое видовое разнообразие насекомых оказалось в открытых биотопах склона болот ($H' = 1,979$). Второе место занимают сосняки сфагновые ($H' = 1,930$). Далее следуют сообщества насекомых гряд ($H' = 1,884$) и вершины ($H' = 1,791$). Однако наименьшим разнообразием, в отличие от видового богатства, характеризуется комплекс насекомых

Т а б л и ц а 3

Учетная плотность насекомых (Insecta, Ectognatha) травяно-кустарничкового яруса верховых болот в Беларуси по учетам энтомологическим сачком

Таксон	Учетная плотность (экз./50 взмахов)						
	Ляг	Ссф	Мч	Гр	Об_скл	Бр	Об_в
Dictyoptera	0,38 ± 0,01	0,62 ± 0,03	–	0,38 ± 0,15	0,31 ± 0,75	–	0,46 ± 0,04
Orthoptera	0,92 ± 0,11	1,31 ± 0,32	1,46 ± 0,05	0,62 ± 0,06	0,54 ± 0,44	0,69 ± 0,03	1,15 ± 0,05
Psocoptera	0,15 ± 0,04	0,92 ± 0,09	0,15 ± 0,11	0,31 ± 0,12	0,31 ± 0,31	0,31 ± 0,03	0,77 ± 0,44
Sternorrhyncha	0,38 ± 0,31	2,62 ± 0,01	0,23 ± 0,03	1,08 ± 0,11	0,77 ± 0,11	–	1,54 ± 0,07
Auchenorrhyncha	30,77 ± 0,01	8,38 ± 0,06	10,23 ± 0,01	13,23 ± 0,45	13,69 ± 0,03	3,46 ± 0,36	14,08 ± 0,01
Heteroptera	8,46 ± 0,54	21,38 ± 0,13	5,38 ± 0,02	14,15 ± 0,69	18,92 ± 0,02	9,00 ± 0,05	19,62 ± 0,01
Coleoptera	14,85 ± 0,09	29,08 ± 0,08	13,23 ± 0,01	23,77 ± 0,49	23,77 ± 0,12	15,92 ± 0,09	30,46 ± 0,22
Neuroptera	0,08 ± 0,05	0,54 ± 0,01	–	0,31 ± 0,73	0,46 ± 0,15	–	0,31 ± 0,07
Hymenoptera	3,38 ± 0,11	5,85 ± 0,01	3,62 ± 0,54	4,15 ± 0,02	4,15 ± 0,53	3,31 ± 0,07	5,23 ± 0,09
Diptera	30,69 ± 0,07	17,46 ± 0,86	28,08 ± 0,38	16,54 ± 0,02	19,08 ± 0,14	15,23 ± 0,22	14,77 ± 0,11
Vcero	90,08 ± 0,04	88,15 ± 0,23	62,38 ± 0,11	74,54 ± 0,03	82,00 ± 0,16	47,92 ± 0,04	88,38 ± 0,12

Относительное обилие насекомых (Insecta, Ectognatha) в травяно-кустарничковом ярусе верховых болот
Белорусского Поозерья

Вид	Аббре- виатура	Биотопы						
		Лар	Ссф	Мч	Гр	Об_скл	Бр	Об_в
<i>Metrioptera brachyptera</i> (Linnaeus, 1761)	<i>Met bra</i>	0,00	2,30	1,79	1,95	1,79	0,00	2,40
<i>Mecostethus grossus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Mec gro</i>	1,79	0,00	2,49	0,00	0,00	1,95	0,00
<i>Linnaemya vulpina</i> (Fallén, 1810)	<i>Lin vul</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	2,71	0,00	3,26
<i>Cacopsylla ledi</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Cac led</i>	0,00	4,03	0,00	1,79	3,56	0,00	3,30
<i>Cixius similis</i> Kirschbaum, 1868	<i>Cix sim</i>	0,00	2,77	0,00	2,71	2,94	0,00	2,20
<i>Ommatidiotus dissimilis</i> (Fallén, 1806)	<i>Oma dis</i>	1,95	0,00	2,08	2,89	2,83	0,00	2,08
<i>Lepyronia coleoprata</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Lep col</i>	4,11	2,49	2,30	3,53	3,22	0,00	3,22
<i>Neophilaenus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Neo lin</i>	5,60	2,64	4,26	3,18	3,71	2,08	4,53
<i>Aphrophora alni</i> (Fallén, 1805)	<i>Aph aln</i>	2,20	2,30	0,00	2,30	2,49	0,00	2,30
<i>Philaenus spumarius</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Phi spu</i>	0,00	1,79	0,00	0,00	1,79	0,00	0,00
<i>Ulopa reticulata</i> (Fabricius, 1794)	<i>Ulo ret</i>	0,00	2,83	0,00	1,79	2,08	0,00	3,05
<i>Idiodonus cruentatus</i> (Panzer, 1799)	<i>Idi cru</i>	1,79	2,08	2,49	2,08	2,30	1,79	2,30
<i>Cicadula quadrinotata</i> (Fabricius, 1794)	<i>Cic qua</i>	1,95	0,00	2,30	0,00	0,00	2,40	1,79
<i>Sorhoanus xanthoneurus</i> (Fieber, 1869)	<i>Sor xan</i>	1,95	0,00	1,79	0,00	0,00	0,00	1,79
<i>Stephanitis oberti</i> (Kolenati, 1857)	<i>Ste obe</i>	0,00	4,22	0,00	3,81	4,16	0,00	3,99
<i>Lygus pratensis</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Lyg pra</i>	2,89	3,53	0,00	3,37	3,33	0,00	3,58
<i>Globiceps salicicola</i> (Reuter, 1880)	<i>Glo sal</i>	0,00	1,79	0,00	0,00	1,95	0,00	0,00
<i>Nabis ferus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Nab fer</i>	1,79	2,40	0,00	2,20	2,30	0,00	2,49
<i>Kleidocerys resedae</i> (Panzer, 1797)	<i>Kle res</i>	2,49	3,26	2,08	2,40	2,30	2,71	2,20
<i>Cymus grandicolor</i> (Hahn, 1832)	<i>Cym gra</i>	0,00	2,49	2,20	2,30	1,79	4,39	1,79
<i>Rhyparochromus pini</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Rhy pin</i>	0,00	2,71	1,79	0,00	2,30	0,00	2,30
<i>Stictopleurus crassicornis</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Sti cra</i>	1,95	3,18	1,79	3,00	3,14	0,00	3,22
<i>Eurygaster testudinarius</i> (Geoffroy, 1785)	<i>Eur tes</i>	2,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Aelia acuminata</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Ael acu</i>	0,00	2,08	0,00	1,79	1,79	0,00	1,79
<i>Dolycoris baccarum</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Dol bac</i>	0,00	1,95	0,00	1,79	1,79	0,00	1,79
<i>Cyphon kongsborgensis</i> Munster, 1924	<i>Cyp kon</i>	2,08	2,57	2,71	2,49	2,40	2,71	3,00
<i>C. padi</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Cyp pad</i>	2,40	2,49	3,33	2,20	2,20	2,94	2,30
<i>Actenicerus sjaelandicus</i> (Müller, 1764)	<i>Act sja</i>	2,83	0,00	0,00	2,30	2,30	1,79	1,79
<i>Ampedus balteatus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Amp bal</i>	0,00	2,08	0,00	1,95	1,79	0,00	1,61
<i>Sericus brunneus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Ser bru</i>	0,00	2,20	0,00	1,79	1,79	0,00	2,20
<i>Cantharis quadripunctata</i> (Müller, 1764)	<i>Can qua</i>	2,64	2,20	1,79	2,30	2,40	2,08	2,08
<i>Absidia schoenherri</i> (Dejean, 1837)	<i>Abs sch</i>	0,00	2,57	0,00	2,40	2,30	2,08	2,49
<i>Chilocorus bipustulatus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Chi bip</i>	0,00	2,08	2,20	2,30	2,20	0,00	1,79
<i>Coccinella hieroglyphica</i> Linnaeus, 1758	<i>Coc hie</i>	0,00	2,64	0,00	2,71	2,57	0,00	3,30
<i>Plateumaris discolor</i> (Herbst, 1795)	<i>Pla dis</i>	2,40	0,00	2,77	2,08	2,08	2,49	0,00
<i>Cryptocephalus labiatus</i> (Linnaeus, 1761)	<i>Cry lab</i>	0,00	2,08	0,00	2,40	2,20	0,00	2,08
<i>Lochmaea suturalis</i> (Thomson, 1866)	<i>Loc sut</i>	2,08	4,28	0,00	3,89	3,93	0,00	4,60
<i>Aphthona euphorbiae</i> (Schrank, 1781)	<i>Aph eup</i>	2,30	2,20	1,79	1,79	2,77	0,00	1,79
<i>Limnobaris t-album</i> (Fabricius, 1777)	<i>Lim t-a</i>	1,79	0,00	2,08	0,00	0,00	3,97	0,00
<i>Micrelus ericae</i> (Gyllenhal, 1813)	<i>Mic eri</i>	0,00	1,79	0,00	0,00	1,79	0,00	2,30
<i>Empis borealis</i> Linnaeus, 1758	<i>Emp bor</i>	2,08	2,77	2,40	0,00	2,30	0,00	0,00
<i>Rhamphomyia obscura</i> (Zetterstedt, 1838)	<i>Rha obs</i>	3,00	3,05	4,14	2,77	2,40	2,89	3,22
<i>Rh. unguiculata</i> Frey, 1913	<i>Rha ung</i>	1,95	1,95	2,64	0,00	1,95	1,79	2,08
<i>Dolichopus annulipes</i> Zetterstedt, 1838	<i>Dol ann</i>	2,57	2,49	2,83	2,08	2,20	0,00	2,20
<i>Chamaemyia aestiva</i> Tanasijtshuk, 1970	<i>Cha aes</i>	3,50	2,30	3,56	2,71	2,57	2,89	2,94
<i>Sepsis cynipsea</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Sep cyn</i>	2,49	0,00	3,22	1,95	2,30	2,71	1,79
Остальные		31,4	8,06	37,1	17,9	2,24	56,3	2,19

Показатели видового разнообразия модельных групп насекомых в различных местообитаниях травяно-кустарничкового яруса на верховых болотах в Беларуси

Индекс	Лаг	Ссф	Мч	Гр	Об_скл	Бр	Об_в
H'	1,509 ± 0,05	1,930 ± 0,02	1,651 ± 0,03	1,884 ± 0,12	1,979 ± 0,05	1,511 ± 0,04	1,791 ± 0,01
J'	0,686 ± 0,34	0,842 ± 0,08	0,841 ± 0,41	0,855 ± 0,01	0,861 ± 0,09	0,779 ± 0,96	0,851 ± 0,04
D	0,147 ± 0,03	0,026 ± 0,75	0,046 ± 0,05	0,023 ± 0,04	0,021 ± 0,08	0,073 ± 0,06	0,027 ± 0,07

окраин болот ($H' = 1,509$) и берегов водоемов ($H' = 1,511$).

Наиболее высокая выровненность распределения видов по обилию установлена также в открытых биотопах склона ($J' = 0,861$). Несколько ниже она в других открытых местообитаниях – на грядах ($J' = 0,855$) и на вершине болот ($J' = 0,851$). Самой низкой выровненностью характеризуются окраины болот ($J' = 0,686$), где также наиболее высокое значение концентрации доминирования ($D = 0,147$). С другой стороны наименьшее значение индекса Симпсона выявлено в открытых биотопах склона болот ($D = 0,021$) и гряд ($D = 0,023$) (табл. 5).

Проведенное на основе количественных данных изучение β -разнообразия комплексов насекомых травяно-кустарничкового яруса с помощью кластерного анализа позволило дифференцировать две крупные группировки, объединившие наиболее сходные энтомокомплексы (рис. 3).

Первый включает сообщества насекомых берегов водоемов и мочажин. Второй объединяет насекомых сосняков сфагновых и открытых биотопов вершины и склона болот, с которыми наименьшее сходство имеют сообщества насекомых лаг-зоны (см. рис. 3).

Основные факторы, определяющие структуру и динамику видового разнообразия насекомых травяно-кустарничкового яруса.

Для оценки факторов дифференциации насекомых травяно-кустарничкового яруса различных местообитаний использована регрессионная модель (GLM). В результате чего выявлено, что достоверно значимое влияние ($p < 0,05$) на видовое богатство оказывают видовой состав высших сосудистых растений, предоставляющих кормовую базу обитателям яруса и проективное покрытие кустарничков, которые представлены наибольшим количеством видов (табл. 6).

Видовое разнообразие насекомых зависит от тех же переменных среды, что и видовое

Кластерный анализ по методу Брэя – Кертиса (одиночная связь)

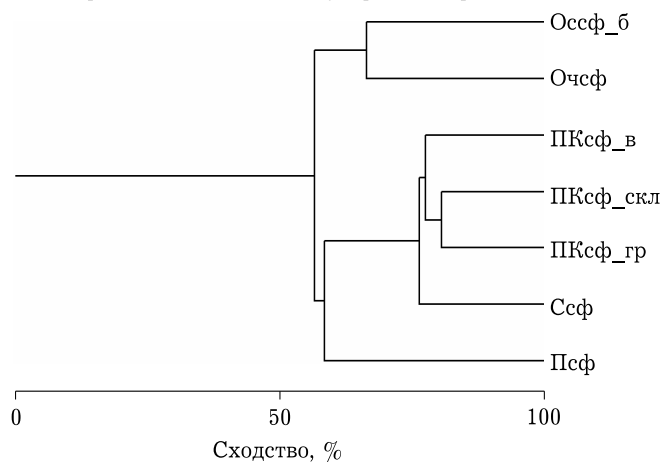


Рис. 3. Дендрограмма сходства комплексов насекомых (Insecta, Ectognatha) травяно-кустарничкового яруса различных местообитаний на верховых болотах в Беларуси по количественным данным. Лаг – лаг-зона, Ссф – сосняки сфагновые, Мч – мочажины, Гр – гряды, Об_скл – открытые биотопы склона, Бр – берега водоемов, Об_в – открытые биотопы вершины

Результаты регрессионного анализа (общая линейная модель с логарифмированными данными) влияния факторов среды на видовое богатство и разнообразие насекомых травяно-кустарничкового яруса на верховых болотах в Беларуси

Параметр	Коэффициент	SE	t	p
Видовое богатство ($R^2 = 0,586$)				
Видовой состав растений	0,057	0,021	2,661	0,044
Проективное покрытие трав	-0,311	0,183	-1,693	0,151
Проективное покрытие кустарничков	0,391	0,162	2,413	0,040
Общее проективное покрытие	0,139	0,086	1,601	0,170
Высота растений	-0,014	0,044	-0,326	0,757
Уровень стояния болотных вод	0,042	0,101	0,420	0,691
Видовое разнообразие ($R^2 = 0,870$)				
Видовой состав растений	18,45	3,179	5,802	0,002
Проективное покрытие трав	-123,2	24,102	-5,113	0,003
Проективное покрытие кустарничков	130,7	21,665	6,034	0,001
Общее проективное покрытие	19,41	26,492	0,732	0,496
Высота растений	-11,67	10,415	-1,1206	0,313
Уровень стояния болотных вод	30,47	23,406	1,302	0,249

богатство. Кроме того, выявлена отрицательная зависимость и от проективного покрытия трав.

Канонический анализ соответствий (ССА) показал зависимость распределения отдельных видов от рассматриваемых факторов среды. Проанализированы две первые канонические оси (оси 1, 2). Соответственно на долю первой приходится 50,52 % дисперсии, на вторую – 12,10 %, вклад остальных ниже. Канонические коэффициенты связи видов и среды для двух первых осей имеют высокие значения (0,99 и 0,92), что свидетельствует о влиянии данных факторов среды на разнообразие насекомых (табл. 7).

Наиболее тесно с изменчивостью видового состава связано флористическое богат-

ство, проективное покрытие трав и кустарничков, обозначенные на диаграмме длинными стрелками. Меньшую значимость имеет общее проективное покрытие, высота растений и уровень стояния болотных вод (рис. 4).

Ряд видов имеют точки, в разной степени удаленные от векторов, соответствующих переменным среды и характеризуются различной степенью зависимости от них. Так, с проективным покрытием трав (ППт) в первую очередь связано распространение жука *Limnobaris t-album* и саранчи *Mecostethus grossus*, во вторую – цикадок *Cicadula quadripunctata* и *Sorhoanus xanthoneurus*. С высотой травостоя (ВР), которая, вероятно, определяет световой режим для обитателей яруса,

Канонические коэффициенты и коэффициенты корреляции факторов среды с четырьмя первыми каноническими осями для комплексов насекомых травяно-кустарничкового яруса на верховых болотах Белорусского Поозерья

Показатель	Канонические оси			
	1	2	3	4
Собственное значение	0,29	0,06	0,05	0,03
Дисперсия, %	50,52	12,10	9,16	6,80
Накопленная дисперсия, %	50,52	62,62	71,79	78,59
Корреляция видов и среды	0,99	0,92	0,99	0,94

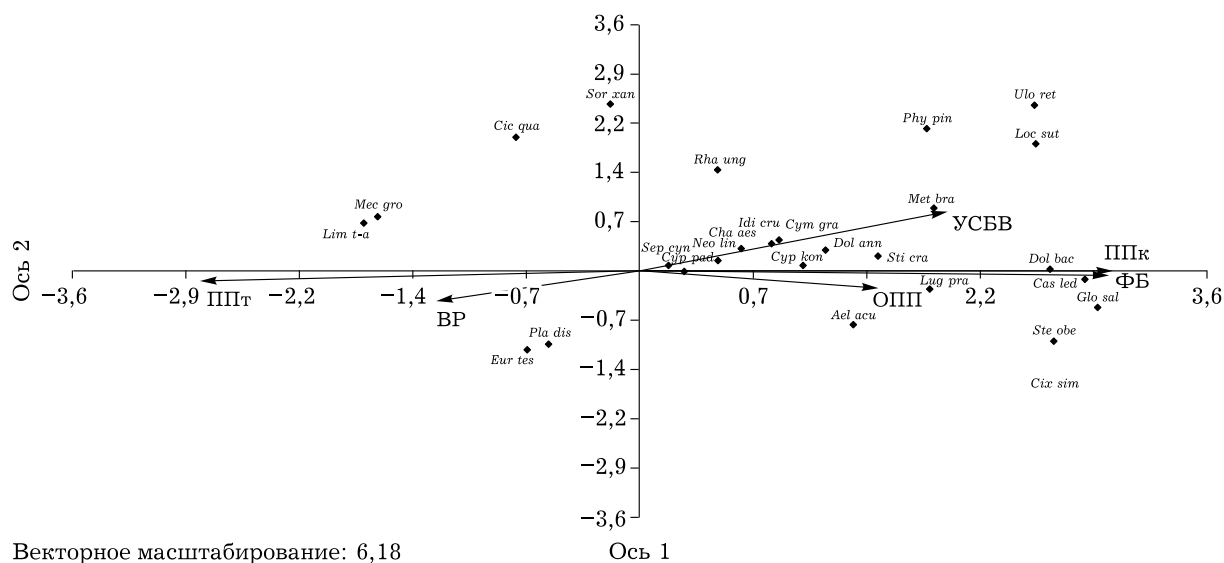


Рис. 4. Ординационная диаграмма ССА-взаимосвязи факторов среды и видового состава насекомых травяно-кустарничкового яруса на верховых болотах в Беларуси

связано распространение видов *Eurygaster testudinarius* (Heteroptera) и *Plateumaris discolor* (Coleoptera).

С увеличением видового богатства сосудистых растений (ФБ) и проективного покрытия кустарничков (ППк) связано распространение *Cacopsylla ledi* (Sternorrhyncha), *Cixius similis*, *Ulopa reticulata* (Auchenorrhyncha), *Stephanitis oberti* (Heteroptera), *Lochmaea suturalis*, *Cyphon kongsbergensis* (Coleoptera). Общее проективное покрытие (ОПП) оказывает влияние на пространственное распределение *Aelia acuminata* (Heteroptera) и *Cyphon padi* (Coleoptera).

Многие виды демонстрируют высокую степень зависимости от режима влажности (УСБВ). К ним относятся *Metrioptera brachyptera* (Orthoptera), *Neophilaenus lineatus*, *Idiodonus cruentatus* (Auchenorrhyncha), *Rhyarochromus pini*, *Cymus grandicolor* (Heteroptera),

Cyphon padi (Coleoptera), *Rhamphomyia unguiculata*, *Sepsis cynipsea*, *Dolichopus annulihes* (Diptera).

Анализ главных компонент (РСА) показал четкую приуроченность многих видов к определенному местообитанию, а также сгруппировал биотопы в левой и правой части ординационной диаграммы. В одной группе (справа) расположились местообитания с преобладанием трав в проективном покрытии, а во второй оказались местообитания с преобладанием кустарничков. Проанализированы две первые оси главных компонент (оси 1, 2). Соответственно, на долю первой оси приходится 43,09 % дисперсии, на вторую – 30,72 %, вклад остальных ниже (табл. 8). Анализ главных компонент, являющийся непрямым градиентным анализом [Джонгман и др., 1999], показал важную роль растительности в пространственном распределении насекомых в

Т а б л и ц а 8

Факторные нагрузки на первые четыре оси для комплексов насекомых травяно-кустарничкового яруса на верховых болотах Белорусского Поозерья

Показатель	Оси главных компонент			
	1	2	3	4
Собственное значение	3,016	2,151	0,631	0,439
Дисперсия, %	43,092	30,726	9,016	6,268
Накопленная дисперсия, %	43,092	73,818	82,834	89,101

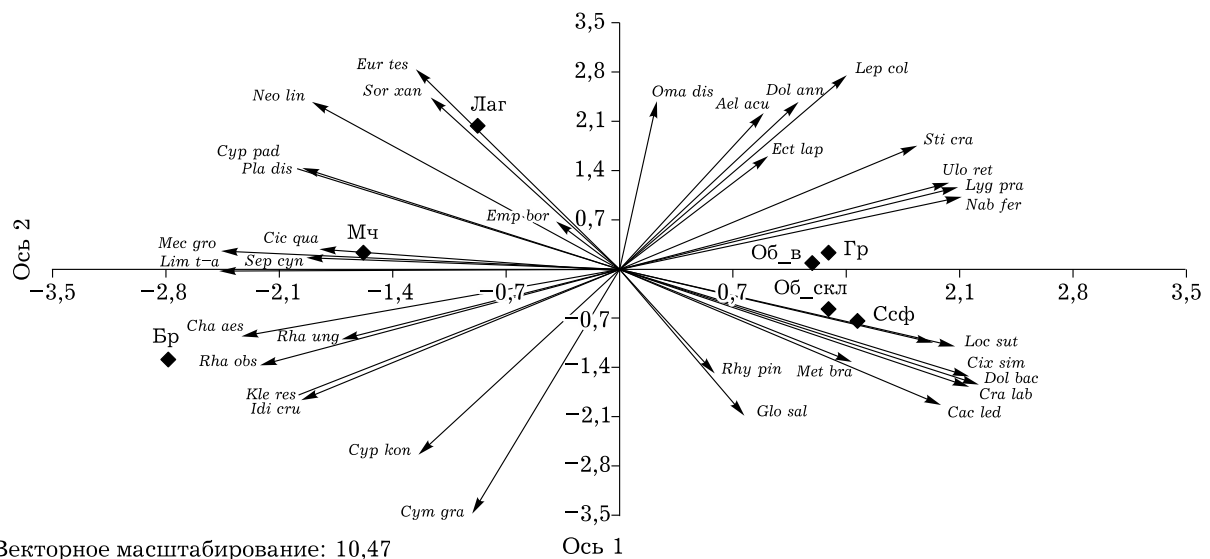


Рис. 5. Ординационная диаграмма PCA-взаимосвязи факторов среды и видового состава насекомых травяно-кустарничкового яруса на верховых болотах в Беларуси

травяно-кустарничковом ярусе. Кроме того, режим влажности также имеет важное значение, так как точки, соответствующие наиболее увлажненным местообитаниям (Бр, Мч, Ляг) и биотопам с меньшим увлажнением (Ссф, Гр, Об_скл, Об_в), расположены в противоположных частях ординационного пространства (рис. 5).

Высокую приуроченность к местообитаниям с высоким уровнем стояния болотных вод, покрытым осоками рода *Carex*, *Eriophorum vaginatum* и *Rhynchospora alba*, демонстрируют гигрофильные хортобионтные насекомые, некоторые из которых являются специализированными обитателями верховых болот – тирфобиотами и тирфофилами [Spitzer, Danks, 2006].

Отчетливую связь с окрайками (Ляг) проявляют тирфофилы *Eurygaster testudinarius* (Heteroptera), *Sorhoanus xanthoneurus* и массовый эвриотопный вид *Neophilaenus lineatus* (Auchenorrhyncha). Травостойный комплекс по краям мочажин (Мч) предпочитают тирфофил *Cicadula quadrinotata* (Auchenorrhyncha), тирфобионт *Plateumaris discolor* и массовые гидрофильные виды – *Cyphon padi* и *Limnobaris t-album* (Coleoptera), *Sepsis cynipsea* (Diptera) и *Mecostethus grossus* (Orthoptera). К берегам водоемов (Бр), покрытым *Carex* sp., в наибольшей степени приурочены влаголюбивые двукрылые (*Rhamphomyia obscura*, *Rh. unguiculata* и *Chamaemyia aestiva*), клопы (*Kleidocerys*

resedae) и цикадки (*Idiodonus cruentatus*). С открытыми биотопами склона (Об_скл) и сосняками сфагновыми (Ссф), покрытыми различными вересковыми кустарничками, в большей степени связаны тирфофильные хамебионты *Metrioptera brachyptera* (Orthoptera), *Cixius similis* (Auchenorrhyncha), *Cacosylla ledi* (Stenorrhyncha), *Stephanitis oberti* (Heteroptera), *Lochmaea suturalis* (Coleoptera). С местообитаниями на грядах и в центре болот в условиях относительно невысокой влажности в основном связаны эврибионты и обитатели влажных лугов и лесов, такие как *Ulopa reticulata* (Auchenorrhyncha), *Stictopleurus crassicornis*, *Nabis fesus*, *Lygus pratensis* (Heteroptera) [Сушко, Бородин, 2009; Сушко, Лукашук, 2011].

ОБСУЖДЕНИЕ

Основа энтомокомплексов травяно-кустарничкового яруса состоит из насекомых отрядов Coleoptera, Diptera, Heteroptera и Auchenorrhyncha. Фаунистический облик яруса составляют представители таких семейств, как Chrysomelidae, Curculionidae и Cantharidae (Coleoptera), Pentatomidae, Miridae и Lygaeidae (Heteroptera), Cicadellidae и Cercopidae (Auchenorrhyncha), Chloropidae, Syrphidae, Sepsidae, Dolichopodidae и Empididae (Diptera).

Несмотря на плавный градиент абиотических факторов среды обитания и мозаичность и мелкоконтурность растительного покрова на верховых болотах [Боч, Мазинг, 1979], в сообществах насекомых выявлена неравнозначность пространственной дифференциации. Наибольшим видовым богатством характеризуются сообщества сосняков сфагновых (253 вида) и открытых биотопов склона (254 вида), наименьшим – берегов водоемов (136 видов) и мочажин (131 вид). Количественные параметры энтомокомплексов различных местообитаний во многом сходны с показателями видового богатства. Так, в сосняках сфагновых отмечена более высокая относительная численность, по сравнению с мочажинами и берегами водоемов. Во всех местообитаниях каждый из отрядов включает от двух до восьми доминантов в наиболее представительных по видовому богатству отрядах, однако в большинстве случаев отдельные виды отличаются особенно высоким обилием. Это характеризует верховые болота как экстремальные экосистемы, пригодные для обитания ограниченного числа видов, некоторые из них демонстрируют максимальный захват гиперпространства ниши и использование ими основной доли ресурсов. Согласно правилу Тинемана, в крайних условиях среды обитания большинство видов в сообществах малочисленны и только отдельные, наиболее адаптированные среди них имеют высокую численность. Напротив, равномерное соотношение видов по численности и их достаточно высокое количество характеризует местообитание как благоприятное [Уиттекер, 1980; Мэгарран, 1992].

В целом сообщества насекомых характеризуются невысокими показателями α -разнообразия и распределением видов по обилию и, как следствие, достаточно высокой концентрацией доминирования. Самые низкие показатели видового разнообразия отмечены в наиболее влажных местообитаниях с преобладанием одного вида травянистых растений. Это мочажины, берега водоемов и окрайки. С другой стороны, наибольшее видовое разнообразие отмечено в сосняках сфагновых и открытых биотопах на склоне болот, относительно богатый флористический состав которых и более низкое увлажнение, веро-

ятно, создают оптимальные условия обитания для насекомых. Кроме того, сообщества насекомых местообитаний с преобладанием трав и кустарничков разделились на две группы по сходству между собой. Это позволяет предположить, что основными факторами гетерогенности энтомокомплексов являются режим влажности и растительность. Однако регрессионный анализ показал, что влажность не оказывает достоверно значимого влияния на биоразнообразие насекомых травяно-кустарничкового яруса в целом. В то же время она определяет пространственное распределение отдельных видов, что продемонстрировал канонический анализ соответствий. Следует отметить и тот факт, что режим влажности – один из определяющих факторов биотопического распределения для обитателей сфагнового покрова [Сушко, 2015].

В травяно-кустарничковом ярусе на состав сообществ насекомых оказывают влияние видовой состав растений и их проективное покрытие, предоставляя им пищу и укрытие. Они создают гетерогенность местообитаний для насекомых и, как результат, многие виды предпочитают определенные местообитания на верховом болоте. Это продемонстрировал анализ главных компонент.

При сравнении пространственного распределения насекомых на верховых болотах Белорусского Поозерья и ряда регионов Европы установлено много общего. Так, в странах Балтии, Германии и Польше, Калининградской обл. России преобладают те же группы насекомых: жуки (листоеды и долгоносики), цикадовые и клопы [Skwarra, 1929; Rampazzi, Dethier, 1997; Freese, Biedermann, 2005; Spitzer, Danks, 2006; Spungis, 2008; Montagna et al., 2008; Nickel, Gärtner, 2009; Friess, Korn, 2013; Holzinger, Schlosser, 2013].

Сходные тенденции выявлены и по ряду аспектов в биотопическом распределении насекомых в Белорусском Поозерье и странах Балтии. Например, в Литве [Dapkus, Tamutis, 2008] и Польше [Browarski, 2005] среди эпигейных жуков, а в Эстонии [Maavara, 1957] среди всех насекомых наибольшее видовое богатство отмечено в сосняках сфагновых, а наименее заселенными оказались обильно увлажненные мочажины. Подобные различия обнаружены для всего энтомокомплекса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в травяно-кустарничковом ярусе выявлено 374 вида насекомых, относящихся к 10 отрядам. Основа сообществ состоит из представителей отрядов Coleoptera, Diptera, Heteroptera и Auchenorrhyncha. В каждом отряде доминировали от двух до восьми видов в различных местообитаниях. Это *Cixius similis*, *Neophilaenus lineatus*, *Lepyronia coleoptrata* (Auchenorrhyncha), *Lygus pratensis*, *Kleidocerys resedae*, *Stictopleurus crassicornis* (Heteroptera), *Lochmaea suturalis*, *Cyphon padi*, *Plateumaris discolor* (Coleoptera) и др. Наибольшим видовым богатством и относительной численностью отличались сообщества сосняков сфагновых и открытых биотопов склона, наименьшим – берегов водоемов и мочажин. Энтомокомплексы имели невысокое видовое разнообразие, распределение видов по обилию и высокую концентрацию доминирования. Показатели разнообразия характеризуют местообитания травяно-кустарничкового яруса как экстремальные и пригодные для обитания ограниченного числа видов.

Самые низкие показатели индекса Шеннона оказались в сообществах насекомых мочажин, берегов водоемов и окрайки, а наиболее высокие – в сосняках сфагновых и открытых биотопах на склоне болот. Анализ β -разнообразия выявил высокое сходство энтомокомплексов местообитаний с преобладанием трав, с одной стороны, и в местообитаниях с преобладанием кустарничков – с другой. Регрессионный анализ показал достоверные связи видового богатства и разнообразия насекомых с видовым составом растений и их проективным покрытием, а различные методы мультивариантного анализа (ССА и РСА) продемонстрировали влияние данных факторов на пространственное распределение конкретных видов и явные предпочтения ими определенных местообитаний.

ЛИТЕРАТУРА

- Боч М. С., Мазинг В. В. Экосистемы болот СССР. Л.: Наука, 1979. 188 с.
- Джонгман Р. Г. Г., тер Браак С. Дж. Ф., ван Тонгерен О. Ф. Р. Анализ данных в экологии сообществ и ландшафтов. М.: Изд-во РАСХН, 1999. 306 с.
- Гельтман В. С. Географический и типологический анализ лесной растительности Белоруссии. Минск: Наука и техника, 1982. 326 с.
- Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его изменение. М.: Мир, 1992. 181 с.
- Парамонов Н. М., Сушко Г. Г. К познанию фауны типолоидных комаров (Diptera: Tipuloidea) верховых болот Республики Беларусь // Вестн. ВГУ. 2010. № 4 (58). С. 43–46.
- Пидопличко А. П. Торфяные месторождения Белоруссии. Минск: Навука і Тэхніка, 1961. 192 с.
- Сушко Г. Г., Бородин О. И. Цикадовые (Homoptera, Auchenorrhyncha) верховых болот Беларуси // Вестн. ВГУ. Сер. 2. 2009. № 3. С. 28–32.
- Сушко Г. Г., Лукашук А. В. Полужесткокрылые (Insecta, Heteroptera) верховых болот Белорусского Поозерья // Вестн. ВГУ. 2011. № 2 (62). С. 54–60.
- Сушко Г. Г. Сирфиды (Diptera, Syrphidae) верховых болот Беларуси // Вестн. ВГУ. Сер. 2. 2012. № 2. С. 49–53.
- Сушко Г. Г. Антофильные насекомые верховых болот Белорусского Поозерья // Наука – образованию, производству, экономике: мат-лы XVII (64) регион. науч.-практ. конф. / Витеб. гос. ун-т / под ред. А. П. Солодкова. Витебск: Изд-во Витеб. ун-та, 2012. Т. 1. С. 87–89.
- Сушко Г. Г. Бета-разнообразие насекомых (Insecta, Ectognatha) мохового яруса верховых болот Белорусского Поозерья // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: мат-лы III Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 110-летию со дня рождения акад. Н. В. Смольского / ЦБС НАН Беларуси / под ред. В. В. Титок. Минск: Конфидо, 2015. С. 262–265.
- Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980. 328 с.
- Browarski B. The carabid fauna of “Torfiaki” raised peatbog (north-eastern Poland) // Protection of Coleoptera in the Baltic Sea Region. Warsaw: Agricultural University Press, 2005. P. 137–145.
- Dapkus D., Tamutis V. Tamutis V. Assemblages of beetles (Coleoptera) in a peatbog and surrounding pine forest // Baltic Journ. Coleopterol. 2008. N 8 (1). P. 31–40.
- Freese E., Biedermann R. Tyrphobionte and tyrphophile Zikaden (Hemiptera, Auchenorrhyncha) in den Hochmoor-Resten der Weser-Ems-Region (Deutschland, Niedersachsen) // Beitr. zur Zikadenkunde. 2005. N 8. P. 5–28.
- Friess T., Korn R. Wanzen im Pürgschachen-Moos – Das international bedeutende Talhochmoor und seine Heteropteren fauna mit den Ergebnissen des GEO-Tages der Arten viel falt // Enns und moor Schriften des NP Gesäuse. 2013. N 10. P. 142–158.
- Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // Palaeontologia Electronica. 2003. N 4. P. 1–9.
- Holzinger W. E., Schlosser L. The Auchenorrhyncha fauna of peat bogs in the Austrian part of the Bohemian Forest (Insecta, Hemiptera) // ZooKeys. 2013. N 319. P. 153–167.
- Joosten H., Clarke D. Wise use of peatlands – background and principles including a framework for decision-making. International Mire Conservation Group and

- the International Peat Society. Jyväskylä, Finland, 2002. 303 p.
- Krogerus R. Ökologische Studien über nordische Moorart-
rapoden // *Commentationes Biologicae*. 1960. N 21.3.
238 p.
- Maavara V. Endla rabade entomofauna // *Eestj NVS
Teeaduste Akadeemia Juures asuva loodusuurijate
seeltsi. Aastaraamat*. 1957. N 50. P. 119–140.
- Montagna M., Dioli P., Regalin R. Gli Eterotteri terrestri
(Insecta, Heteroptera) della torbiera di Pian Gembro
(Sondrio, Lombardia) il naturalista valtelinese // *Atti
Mus. civ. di Storia natur. Morbegno*, 2008. N 19. P. 83–111.
- Nickel H., Gärtner B. Tyrphobionte und tyrphophile
Zikaden (Hemiptera, Auchenorrhyncha) in der Han-
noverschen Moorgeest – Biotopspezifische Insekten
als Zeigerarten für den Zustand von Hochmooren //
Telma. 2009. N 39. P. 45–74.
- Peus F. Beiträge zur Kenntnis der Tierwelt nordwest-
deutscher Hochmoore. Eine ökologische Studie. In-
secten, Spinnentiere, Wirbeltiere // *Z. Morphol. Okol.
Tiere*. 1928. N 12. P. 533–683.
- Rabaler W. Die Fauna des Göldeitzer Hochmoores in
Mecklenburg // *Z. Viss. Biol. (A)*. 1931. N 21. P. 173–
315.
- R Development Core Team. R: a language and environ-
ment for statistical computing. R Foundation for
Statistical Computing, Vienna, 2011.
- Rampazzi F., Dethier M. Gli Eterotteri (Insecta: Hete-
roptera) delle torbiere a sfagni del Cantone Ticino e
del Moesano (Val Calanta e Val Mesolcina, GR), Sviz-
zera // *Mitt. Schweiz. Entomol. Ges.* 1997. N 70. P. 419–
439.
- Skwarra E. Die Kaferfauna des Zehlaubruches // *Schrft.
Physik. Okol. Ges. Königsberg*. 1929. N 66. P. 181–275.
- Spitzer K., Danks H. V. Insect biodiversity of boreal peat
bogs // *Ann. Rev. Entomol.* 2006. N 51. P. 137–161.
- Spungis V. Fauna and ecology of terrestrial invertebrates
in raised bog in Latvia. Riga: Latv. Entomol. Bedriba,
2008. 80 p.
- Zuur A. F., Ieno I. N., Walker N. J., Saveliev A. A.,
Smith G. M. Mixed effects models and extensions in
ecology with R. Berlin: Springer, 2009. 549 p.

Taxonomic Composition and Species Diversity of Insect Communities of Grass-Small Shrub Cover of Raised Bogs in Belarus

G. G. SUSHKO

*P. M. Masherov Vitebsk State University
210038, Vitebsk, Moscow ave., 33
E-mail: gennadisutut.by*

Study of the species composition and diversity of insect communities in herb-shrub layer was conducted. Three hundred seventy four species from 10 orders were revealed. Coleoptera, Diptera, Heteroptera and Auchenorrhyncha predominated. From 2 to 8 species prevailed in each order. These were *Cixius similis* Kirschbaum, 1868, *Neophilaenus lineatus* (Linnaeus, 1758), *Lepyronia coleoptrata* (Linnaeus, 1758) (Auchenorrhyncha), *Lygus pratensis* (Linnaeus, 1758), *Kleidocerys resedae* (Panzer, 1797), *Stictopleurus crassicornis* (Linnaeus, 1758) (Heteroptera), *Lochmaea suturalis* (Thomson, 1866), *Cyphon padi* (Linnaeus, 1758), and *Plateumaris discolor* (Herbst, 1795) (Coleoptera). The communities had a low species diversity and distribution of species by abundance. The most similar were insect complexes of habitats with herbs as well as habitats with predominant of dwarf shrubs. A regression analysis showed a significant relation between species richness and diversity of insects and species composition of plants and their projective cover degree. Various methods of multivariate analysis (CCA and PCA) demonstrated the influence of these environment variables on the spatial distribution of concrete species and their preferences of certain habitats.

Keywords: insects, peat bogs, herb-shrub layer, taxonomic composition, diversity, Belarus.