

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И БИОРАЗНООБРАЗИЕ
КОМПЛЕКСОВ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ НАСЕКОМЫХ
(INSECTA: COLEOPTERA) В КОНСОРЦИЯХ
ЧЕРНИКИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*VACCINIUM MYRTILLUS*),
БРУСНИКИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*VACCINIUM VITIS-IDAÉA*)
И ГОЛУБИКИ ТОПЯНОЙ (*VACCINIUM ULIGINÓSUM*)
В БЕЛОРУССКОМ ПООЗЕРЬЕ

О.И. Хохлова

Учреждение образования «Витебский государственный университет
имени П.М. Машерова»

Vaccinium myrtillus, *V. vitis-idaea* и *V. uliginosum* относятся к важным биологическим ресурсам Белорусского Поозерья и играют значительную роль в формировании напочвенного покрова бореальных хвойных лесов севера Беларуси. Однако целенаправленных исследований биоразнообразия связанных с ними комплексов насекомых до настоящего времени не проводилось.

Цель данной работы – изучить таксономический состав и биоразнообразие комплексов жесткокрылых насекомых в консорциях черники *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* и *V. uliginosum* в Белорусском Поозерье.

Материал и методы. Сбор материала проводился в сосновых лесах и на верховых болотах Витебской области методом энтомологического кошения в 2017–2018 гг.

Результаты и их обсуждение. Выявлен таксономический состав жесткокрылых в консорциях *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* и *V. uliginosum*. Дана оценка альфа- и бета-разнообразия. Выявлены виды, приуроченные к определенному типу консорции.

Заключение. Наибольшим видовым богатством жуков отличались консорции *Vaccinium uliginosum*, наименьшим – *V. vitis-idaea*. По показателям относительной численности достоверных различий между комплексами жесткокрылых не установлено. Консорции *Vaccinium myrtillus* отличались наиболее высокими показателями альфа-разнообразия и выравниваемости видов жуков по относительному обилию. Качественный состав доминирующих видов был различен. Анализ бета-разнообразия показал отчетливые различия видового состава жуков трех исследуемых консорций.

Ключевые слова: *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* и *V. uliginosum*, Белорусское Поозерье, жесткокрылые, биоразнообразие.

TAXONOMIC COMPOSITION AND BIODIVERSITY
OF LEPIDOPTERA COMPLEXES (INSECTA: COLEOPTERA)
IN BILBERRY (*VACCINIUM MYRTILLUS*), RED BILBERRY
(*VACCINIUM VITIS-IDAÉA*) AND BLUEBERRY CONSORTIA
(*VACCINIUM ULIGINÓSUM*) IN BELARUSIAN POOZERIYE
(LAKE DISTRICTS)

O.I. Khokhlova

Educational Establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»

Vaccinium myrtillus, *V. vitis-idaea* and *V. uliginosum* are one of the most important biological resources of Belarusian Poozeriye and play an important role in the formation of the above soil cover of boreal coniferous forests of Northern Belarus. However, there haven't been any targeted studies so far of the biodiversity of insect complexes connected with them.

The purpose of the research is to study taxonomic composition and biodiversity of beetle complexes in Bilberry consortia *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* and *V. uliginosum* in Belarusian Poozeriye.

Material and methods. The material was collected in pine forests and in the peat bogs of Vitebsk Region with an entomological sweep net in 2017–2018.

Findings and their discussion. The taxonomic composition of Coleoptera has been identified in the consortium *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* and *V. uliginosum*. Alpha and beta diversity of beetle assemblages were studied. Beetle species, confined to a particular type of consortium were recorded.

Conclusion. The highest species richness of the beetles was on the *Vaccinium uliginosum*, the lowest were on *V. vitis-idaea*. In terms of relative abundance differences among beetle complexes have not been established. *Vaccinium myrtillus* consortia were distinguished by the highest rates of alpha diversity and evenness of beetles. The composition of the dominant species was different. Analysis of beta diversity showed clear differences in the beetle species composition of the three consortia.

Key words: *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* u *V. uliginosum*, Belarusian Lake District, beetles, biodiversity.

Черника обыкновенная, брусника обыкновенная и голубика топяная относятся к важным биологическим ресурсам Белорусского Поозерья, так как обладают ценными пищевыми свойствами и являются лекарственными растениями. Кроме того, данные растения играют значительную роль в формировании напочвенного покрова бореальных хвойных лесов севера Беларуси [1]. Образованный ими кустарничковый ярус формирует специфический микроклимат и предоставляет экологические ниши для целого ряда консументов. В фокусе концепции консорций [2] можно предположить, что с *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* и *V. uliginosum* связан специфический комплекс животных, растений и микроорганизмов, образующих с ними трофические, симбиотические, паразитические, топические и другие взаимоотношения. Эти виды имеют большое значение в существовании такой группировки и расцениваются как виды-партнеры или консорты. Консорция включает ряд организмов, таких как консорты 1-го, 2-го и 3-го порядков. К первой группе относятся виды, непосредственно, в большинстве случаев трофически, связанные с центральным видом (фитофаги, фитопаразиты, симбионты), ко второй – виды, существующие за счет консортов 1-го порядка (зоофаги и их паразиты), к третьей – за счет предыдущих организмов [2]. К специфическим особенностям кустарничков *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* и *V. uliginosum* как центров консорций можно отнести наличие многолетних жестких побегов, толстую кутикулу, восковой налет и высокое содержание дубильных веществ. Данные морфологические особенности затрудняют потребление тканей этих и других кустарничков семейства Вересковые (*Ericaceae*) фитофагами [3].

Среди обитателей лесных биоценозов важная роль отводится насекомым, которые обладая высокой численностью и богатым видовым разнообразием, являются одними из основных консументов. Среди насекомых как по видовому богатству, так и по относительному обилию выделяются жесткокрылые. Однако до настоящего времени целенаправленные исследования видового состава и экологии жесткокрылых насекомых консорций кустарничков семейства Вересковые не проводились как в Белорусском Поозерье в частности, так и в Республике Беларусь в целом. Имеющиеся немногие литературные данные фрагментарны [4–9].

Цель работы – изучить таксономический состав и биоразнообразие комплексов жесткокрылых насекомых в консорциях черники обыкновенной, брусники обыкновенной и голубики топяной в Белорусском Поозерье.

Материал и методы. Материалом публикации послужили сборы автора, выполненные в 4 административных районах Витебской области (Витебском, Сенненском, Лепельском, Миорском). Исследования проводились с конца апреля до начала ноября в 2017–2018 гг., с интервалом 10–14 дней, с использованием метода энтомологического кошения сачком с диаметром обруча 30 см. За единицу учета было принято 50 взмахов в пятикратной повторности, т.е. в течение полевого сезона на каждом из стационаров исследований получено как минимум по 5 выборочных совокупностей в каждой из изучаемых консорций и 15 – в целом. Данные количественных учетов (учетная плотность, выраженная числом экземпляров на 50 взмахов сачка) всех выборочных совокупностей одного типа консорции были объединены для вычисления средней величины и ее стандартной ошибки.

Сбор материала осуществлялся на следующих стационарах: 1) сосняки черничные (консорции черники) – окр. д. Придвинье (Витебский р-н, координаты 55°10'N 29°56' E); окр. д. Щитовка (Сеннен-

ский р-н, координаты 54°52'N 30°22'E); окр. д. Боровка (Лепельский р-н, координаты 54°57'N 28°48'E); окр. д. Волковщина (Миорский р-н, координаты 55°34'N 27°26' E); 2) сосняки брусничные (консорции брусники) – окр. д. Придвинье (Витебский р-н, координаты 55°10'N 29°27' E); окр. д. Щитовка (Сенненский р-н, координаты 54°52'N 30°27' E); окр. д. Боровка (Лепельский р-н, координаты 54°58'N 28°53'E); окр. д. Волковщина (Миорский р-н, координаты 55°33'N 27°25' E); 3) верховые болота (консорции голубики) – окр. д. Придвинье (Витебский р-н, координаты 55°10'N 29°57' E); окр. д. Каменполье (Миорский р-н, координаты 55°37'N 27°32' E); окр. д. Мартиновцы (Миорский р-н, координаты 55°38'N 27°34' E).

Перед выполнением статистического анализа данные были проверены на соответствие закону нормального распределения с использованием теста Шапиро–Уилка. Для оценки различий между выборками применялся непараметрический критерий Краскела–Уоллиса (H). Для выявленного (S observed) и прогнозируемого возможного (S estimated) числа видов использовались непараметрические эstimаторы Chao 2 и Bootstrap. Данные алгоритмы экстраполяции видового богатства позволяют проводить оценку ожидаемого числа видов на основе сравнительно небольшого числа выборок [10]. Кроме того, для прогностических расчетов ожидаемого числа видов и оценки выборочных усилий при сборе материала применен графический метод, основанный на построении кумулятивных кривых накопления видового богатства по выборочным совокупностям для определения теоретического верхнего предела (асимптоты) [10]. Для анализа структуры доминирования использовалась шкала Г. Энгельманна (1978), где E – эудоминант (>40,0%), D – доминант (12,5–39,9%), SD – субдоминант (4,0–12,4%), R – рецедент (1,3–3,9%), SR – субрецедент (<1,3%) [11].

Для оценки альфа-разнообразия колеоптерокомплексов применены индекс информационного разнообразия Шеннона–Уивера (H') и индекс выравненности Пиелу (J') [10]. Бета-разнообразие комплексов жесткокрылых исследовано с помощью непараметрического теста ANOSIM (analysis of similarity) и неметрического многомерного шкалирования (non-metric multidimensional scaling, NMDS) на основе индекса Брея–Кертиса. Кроме того, для выявления видов, которые вносят наибольший вклад в гетерогенность комплексов, выполнен SIMPER (similarity of percentage) анализ [12].

Приуроченность видов к определенному типу консорций была проанализирована с помощью анализа главных компонент (Principal component analysis, PCA). На ординационной диаграмме названия видов приводятся сокращенно (три первые буквы – названия рода и три первые буквы – названия вида). Виды, выявленные в количестве менее пяти экземпляров, исключены из анализа. Предварительно было выполнено преобразование данных (log10 (n + 1)), так как многие виды имели нулевые значения, т.е. отсутствовали в сборах в отдельных консорциях.

Анализы выполнены в статистическом пакете PAST 3.21.

Результаты и их обсуждение. В результате исследования установлено 57 видов представителей отряда Жесткокрылые, входящих в состав 40 родов 13 семейств. Наибольшим числом видов отличались жуки семейств Chrysomelidae (7–10 видов) и Coccinellidae (5–7 видов). В различных консорциях семейство Cantharidae представлено соответственно 1–4 видами, Curculionidae и Elateridae – 2–4 видами. В остальных семействах выявлено 1–2 вида.

Таблица 1

Таксономический состав комплексов жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) в консорциях черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus*), брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea*) и голубики топяной (*Vaccinium uliginosum*) в Белорусском Поозерье

| Семейство | Консорции | | | | | | | | | | | |
|--------------------|----------------------------|-------------|--------------------------|-------------|------------------------------|-------------|--------------------------|-------------|-----------------------------|-------------|--------------------------|-------------|
| | <i>Vaccinium myrtillus</i> | | | | <i>Vaccinium vitis-idaea</i> | | | | <i>Vaccinium uliginosum</i> | | | |
| | чис- ло ви- дов | доля в % | чис- ло ро- дов | доля в % | чис- ло ви- дов | доля в % | чис- ло ро- дов | доля в % | чис- ло ви- дов | доля в % | чис- ло ро- дов | доля в % |
| <i>Scirtidae</i> | 2 | 7,41 | 1 | 4,55 | 1 | 4,35 | 1 | 4,76 | 2 | 5,88 | 1 | 3,45 |
| <i>Elateridae</i> | 2 | 7,41 | 2 | 9,09 | 2 | 8,70 | 2 | 9,52 | 4 | 11,76 | 4 | 13,79 |
| <i>Cantharidae</i> | 1 | 3,70 | 1 | 4,55 | 3 | 13,04 | 2 | 9,52 | 3 | 8,82 | 4 | 13,79 |

Окончание табл. 1

| | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|
| <i>Dasytidae</i> | 1 | 3,70 | 1 | 4,55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2,94 | 1 | 3,45 |
| <i>Phalacridae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2,94 | 1 | 3,45 |
| <i>Coccinellidae</i> | 7 | 25,93 | 5 | 22,73 | 5 | 21,74 | 5 | 23,81 | 7 | 20,59 | 6 | 20,69 |
| <i>Latridiidae</i> | 1 | 3,70 | 1 | 4,55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2,94 | 1 | 3,45 |
| <i>Byturidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4,35 | 1 | 4,76 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Oedemeridae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4,35 | 1 | 4,76 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Lagriidae</i> | 1 | 3,70 | 1 | 4,55 | 1 | 4,35 | 1 | 4,76 | 1 | 2,94 | 1 | 3,45 |
| <i>Chrysomelidae</i> | 7 | 25,93 | 6 | 27,27 | 7 | 30,43 | 6 | 28,57 | 10 | 29,41 | 7 | 24,14 |
| <i>Apionidae</i> | 1 | 3,70 | 1 | 4,55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5,88 | 1 | 3,45 |
| <i>Curculionidae</i> | 4 | 14,81 | 3 | 13,64 | 2 | 8,70 | 2 | 9,52 | 2 | 5,88 | 2 | 6,90 |
| Vсero | 27 | 100 | 22 | 100 | 23 | 100 | 21 | 100 | 34 | 100 | 29 | 100 |

Выявлены значимые различия видового богатства ($H=5,6$, $p=0,05$) комплексов жесткокрылых анализируемых консорций. При этом наибольшее среднее число видов установлено в консорциях голубики топяной, наименьшее – в консорциях брусники обыкновенной (рис. 1).

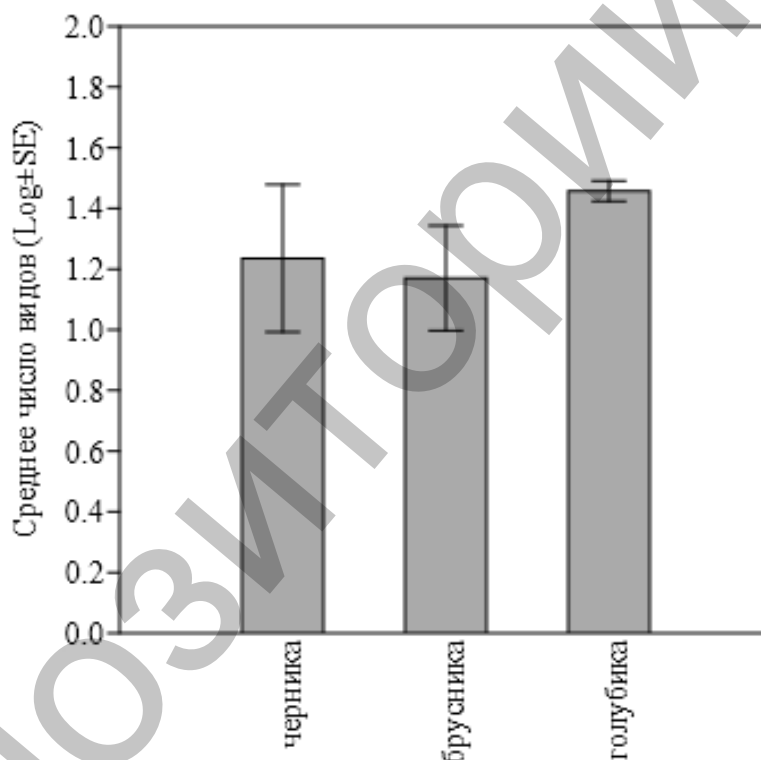


Рис. 1. Среднее число видов жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) в консорциях черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus*), брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea*) и голубики топяной (*Vaccinium uliginosum*) в Белорусском Поозерье

Выполненные расчеты прогнозируемого числа видов на основе непараметрических эстиматоров и их стандартных отклонений продемонстрировали относительно высокое соответствие наблюдаемого видового богатства к максимально возможному, что указывает на достаточные выборочные усилия при отборе проб (табл. 2). В частности, эстиматор Chao 2 обозначил соотношение 82,14–91,89% числа выявленных видов к максимально возможному. По результатам Bootstrap соотношение было несколько ниже (79,31–85,00%). Достаточные выборочные усилия при отборе проб показывает и кумулятивная кривая накопления видового богатства по выборкам, угол наклона которой близок к асимптоте (рис. 2).

Показатели видового богатства, учетной плотности и разнообразия комплексов жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) в консорциях черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus*), брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea*) и голубики топяной (*Vaccinium uliginosum*) в Белорусском Поозерье

| Показатель | Консорции | | |
|--|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| | <i>Vaccinium myrtillus</i> | <i>Vaccinium vitis-idaea</i> | <i>Vaccinium uliginosum</i> |
| Число видов (S) | 27 | 23 | 34 |
| Chao 2 | 32 | 28 | 37 |
| Стандартное отклонение Chao 2 | 7,55 | 5,40 | 3,07 |
| Соотношение (%) наблюдаемого числа видов к максимально возможному по Chao 2 | 84,37 | 82,14 | 91,89 |
| Bootstrap | 34 | 29 | 40 |
| Стандартное отклонение Bootstrap | 4,58 | 4,52 | 2,08 |
| Соотношение (%) наблюдаемого числа видов к максимально возможному по Bootstrap | 79,41 | 79,31 | 85,00 |
| Учетная плотность (экз./50 взмахов сачка) | 163,62 | 121,43 | 103,60 |
| Стандартная ошибка учетной плотности | 24,81 | 28,40 | 8,55 |
| Индекс Шеннона (H') | 1,718 | 1,594 | 2,838 |
| Стандартная ошибка H' | 0,08 | 0,06 | 0,01 |
| Индекс Пиелу (J') | 0,326 | 0,336 | 0,596 |
| Стандартная ошибка J' | 0,02 | 0,03 | 0,01 |

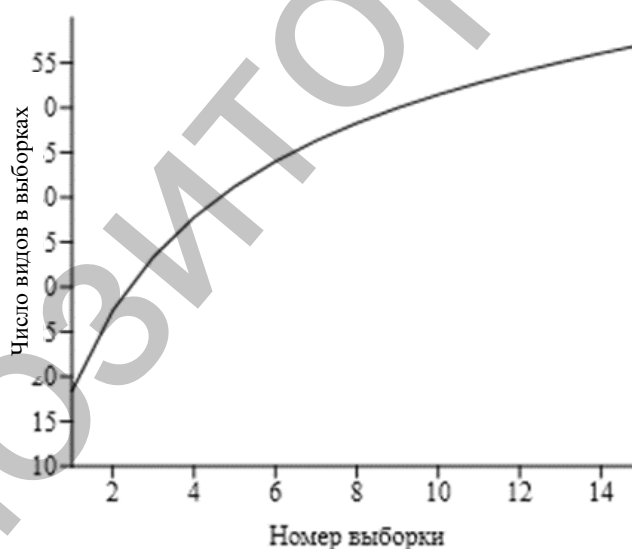


Рис. 2. Кумулятивная кривая накопления видового богатства по выборочным совокупностям жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) в консорциях черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus*), брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea*) и голубики топяной (*Vaccinium uliginosum*) в Белорусском Поозерье

Наиболее высокая средняя учетная плотность жесткокрылых выявлена в консорции черники обыкновенной, наименьшая – в консорции брусники обыкновенной (табл. 2, рис. 3). Однако различия среднего числа экземпляров в выборочных совокупностях оказались статистически незначимыми ($H=3,9$, $p=0,14$).

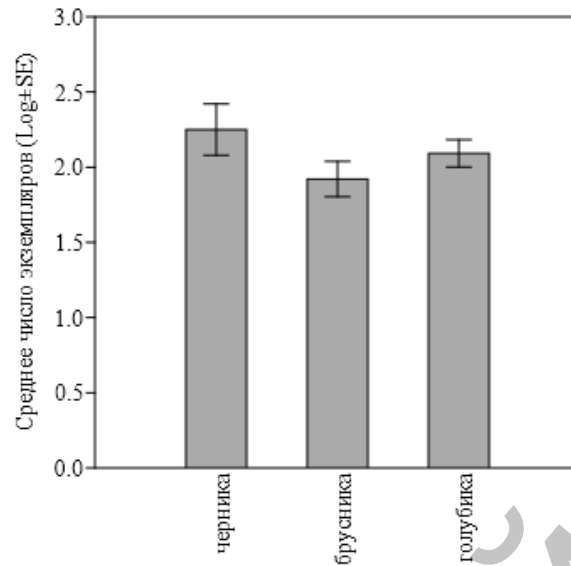


Рис. 3. Среднее число экземпляров жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) в консорциях черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus*), брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea*) и голубики топяной (*Vaccinium uliginosum*) в Белорусском Поозерье

Максимальным альфа-разнообразием по показателю индекса Шеннона ($H' = 2,838$) характеризовались комплексы жесткокрылых насекомых консорции *Vaccinium uliginosum*, наименьшим ($H' = 1,594$) – консорции *Vaccinium vitis-idaea*. Достаточно высокое разнообразие жуков в консорции черники обыкновенной сопровождалось и большей выравненностью ($J' = 0,596$). Хотя в целом выравненность комплексов жесткокрылых низкая (табл. 2).

В консорции *Vaccinium myrtillus* эудоминантом оказался долгоносик *Strophosoma capitatum* (46,35%), доминантом была мохнатка *Lagria hirta* (22,85%), субдоминанты – щелкун *Athous subfuscus* (7,73%) и листоед *Cryptosephalus labiatus* (4,51%). Среди жесткокрылых насекомых консорции *Vaccinium vitis-idaea* эудоминантом был также долгоносик *Strophosoma capitatum* (52,67%), доминантом являлся листоед *Lochmaea suturalis* (27,43%), субдоминантом – щелкун *Athous subfuscus* (5,10%). В консорции *Vaccinium uliginosum* эудоминанты не отмечены. Доминантами были семяед *Apion fulvipes* (18,03%) и божья коровка *Chilocorus renipustulatus* (16,69%), субдоминантами – скрытник *Corticarina gibbosa* (8,51%), божья коровка *Coccinella hieroglyphica*, мохнатка *Lagria hirta*, листоед *Lochmaea suturalis* (по 6,18% соответственно) и листоед *Aphthona euphorbiae* (4,67%) (табл. 3).

Таблица 3

Видовой состав и относительное обилие (%) комплексов жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) в консорциях черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus*), брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea*) и голубики топяной (*Vaccinium uliginosum*) в Белорусском Поозерье

| Вид | Консорции | | |
|---|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| | <i>Vaccinium myrtillus</i> | <i>Vaccinium vitis-idaea</i> | <i>Vaccinium uliginosum</i> |
| <i>Cyphon spp.</i> | 0,21 | 3,16 | 3,17 |
| <i>C. ochraceus</i> Stephens, 1830 | 0,64 | 0,00 | 0,00 |
| <i>C. padi</i> (Linnaeus, 1758) | 0,00 | 0,00 | 2,34 |
| <i>Athous haemorrhoidalis</i> (Fabricius, 1801) | 0,00 | 0,00 | 0,67 |
| <i>A. subfuscus</i> (Müller, 1764) | 7,73 | 5,10 | 0,00 |
| <i>Denticollis linearis</i> (Linnaeus, 1758) | 0,00 | 0,00 | 0,33 |
| <i>Ampedus sanguinolentus</i> (Schrank, 1776) | 0,00 | 0,00 | 0,17 |

| | | | |
|--|-------|-------|-------|
| <i>Sericus brunneus</i> (Linnaeus, 1758) | 0,00 | 0,00 | 0,67 |
| <i>Dalopius marginatus</i> (Linnaeus, 1758) | 1,07 | 1,94 | 0,00 |
| <i>Cantharis fulvicollis</i> (Fabricius, 1792) | 0,00 | 0,24 | 0,00 |
| <i>C. quadripunctata</i> (Müller, 1764) | 0,00 | 0,00 | 0,67 |
| <i>Rhagonycha lignosa</i> (Müller, 1764) | 0,00 | 0,24 | 0,00 |
| <i>Rh. limbata</i> Thomson, 1864 | 0,00 | 0,24 | 0,00 |
| <i>Rh. testacea</i> (Linnaeus, 1758) | 0,00 | 0,00 | 0,67 |
| <i>Malthinus biguttatus</i> (Linnaeus, 1758) | 0,32 | 0,00 | 1,00 |
| <i>Dasytes niger</i> (Linnaeus, 1761) | 0,00 | 0,00 | 1,34 |
| <i>D. plumbeus</i> (Müller, 1776) | 0,43 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Olibrus aeneus</i> (Fabricius, 1792) | 0,00 | 0,00 | 0,83 |
| <i>Chilocorus bipustulatus</i> (Linnaeus, 1758) | 0,54 | 0,00 | 2,17 |
| <i>Ch. renipustulatus</i> (Scriba, 1790) | 3,65 | 0,24 | 16,69 |
| <i>Exohomus quadripustulata</i> (Linnaeus, 1758) | 0,21 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Coccinulla quatuordecimpustulata</i> (Linnaeus, 1758) | 0,11 | 0,00 | 1,34 |
| <i>Anisosticta novemdecimpunctata</i> (Linnaeus, 1758) | 0,00 | 0,00 | 0,50 |
| <i>Calvia decemguttata</i> (Linnaeus, 1767) | 0,00 | 0,24 | 0,33 |
| <i>Psyllohora vigintiduopunctata</i> (Linnaeus, 1758) | 3,43 | 0,73 | 0,00 |
| <i>Myzia oblongoguttata</i> (Linnaeus, 1758) | 0,00 | 0,73 | 0,00 |
| <i>Hippodamia tredecimpunctata</i> (Linnaeus, 1758) | 0,00 | 0,24 | 1,84 |
| <i>Coccinella hieroglyphica</i> Linnaeus, 1758 | 1,61 | 0,00 | 6,68 |
| <i>C. septempunctata</i> Linnaeus, 1758 | 0,21 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Corticarina gibbosa</i> (Herbst, 1793) | 0,75 | 0,00 | 8,51 |
| <i>Byturus aestivus</i> (Linnaeus, 1758) | 0,00 | 0,24 | 0,00 |
| <i>Chrysanthia geniculata</i> Heyden, 1877 | 0,00 | 0,97 | 0,00 |
| <i>Lagria hirta</i> (Linnaeus, 1758) | 22,85 | 0,24 | 6,18 |
| <i>Oulema gallaeciana</i> (Heyden, 1870) | 0,00 | 0,49 | 0,00 |
| <i>Cryptocephalus labiatus</i> (Linnaeus, 1761) | 4,51 | 2,18 | 3,17 |
| <i>Lochmaea suturalis</i> (Thomson, 1866) | 2,15 | 27,43 | 6,18 |
| <i>Phyllotreta nemorum</i> (Linnaeus, 1758) | 0,00 | 0,00 | 0,67 |
| <i>Ph. undulata</i> Kutschera, 1860 | 0,00 | 0,00 | 0,83 |
| <i>Ph. vittata</i> (Fabricius, 1801) | 0,11 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Ph. vittula</i> (Redtenbacher, 1849) | 0,00 | 0,49 | 0,00 |
| <i>Aphthona euphorbiae</i> (Schrank, 1781) | 1,39 | 0,97 | 4,67 |
| <i>Longitarsus parvulus</i> (Paykull, 1799) | 0,00 | 0,24 | 3,67 |
| <i>L. pratensis</i> (Panzer, 1784) | 0,00 | 0,00 | 1,00 |
| <i>Altica oleracea</i> (Linnaeus, 1758) | 0,00 | 0,00 | 2,00 |
| <i>Crepidodera aurata</i> (Marsham, 1802) | 0,00 | 0,00 | 0,33 |
| <i>C. aurea</i> (Geoffroy, 1785) | 0,00 | 0,00 | 0,17 |
| <i>Chaetocnema breviscula</i> (Faldermann, 1884) | 0,11 | 0,73 | 0,00 |
| <i>Ch. tibialis</i> Illiger, 1807 | 0,21 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Mniophila muscorum</i> (Koch, 1803) | 0,21 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Apion fulvipes</i> (Geoffroy, 1785) | 0,64 | 0,00 | 18,03 |
| <i>A. seniculus</i> Kirby, 1808 | 0,00 | 0,00 | 0,33 |
| <i>Otiorhynchus scaber</i> (Linnaeus, 1758) | 0,00 | 0,24 | 0,00 |
| <i>Phyllobius arborator</i> (Herbst, 1797) | 0,11 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Ph. pyri</i> (Linnaeus, 1758) | 0,11 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Strophosoma capitatum</i> (DeGeer, 1775) | 46,35 | 52,67 | 2,50 |
| <i>Brachonyx pineti</i> (Paykull, 1792) | 0,32 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Rhynchaenus iota</i> (Fabricius, 1787) | 0,00 | 0,00 | 0,33 |

Выполненный анализ бета-разнообразия с использованием неметрического многомерного шкалирования (nMDS) показал отчетливые различия видового состава жуков трех исследуемых консорциев ($\text{stress}=0,03$, R^2 для первых двух осей ординации составляет 0,7 и 0,2 соответственно). Ординационная диаграмма демонстрирует наибольшие различия комплексов жесткокрылых брусники обыкновенной и голубики топяной (рис. 3). Различия подтверждают высокие достоверные результаты теста one-way ANOSIM как для всех консорциев в целом ($R=0,988$, $p=0,0001$), так и при их попарном сравнении (табл. 3). Кроме того, SIMPER тест также продемонстрировал высокий уровень различий между комплексами жесткокрылых и выявил виды, которые способствуют их гетерогенности (рис. 4). Наибольший вклад в различия между комплексами вносят виды, обладающие наиболее высокими средними показателями учетной плотности, такие как *Strophosoma capitatum*, *Lagria hirta*, *Athous subfuscus*, *Cryptocephalus labiatus* и *Psyllhora vigintiduopunctata* (в консорциях *Vaccinium myrtillus*), *Lochmaea suturalis* (в консорциях *Vaccinium vitis-idaea*), *Apion fulvipes*, *Corticarina gibbosa*, *Coccinella hieroglyphica* и *Aphthona euphorbiae* (в консорциях *Vaccinium uliginosum*).

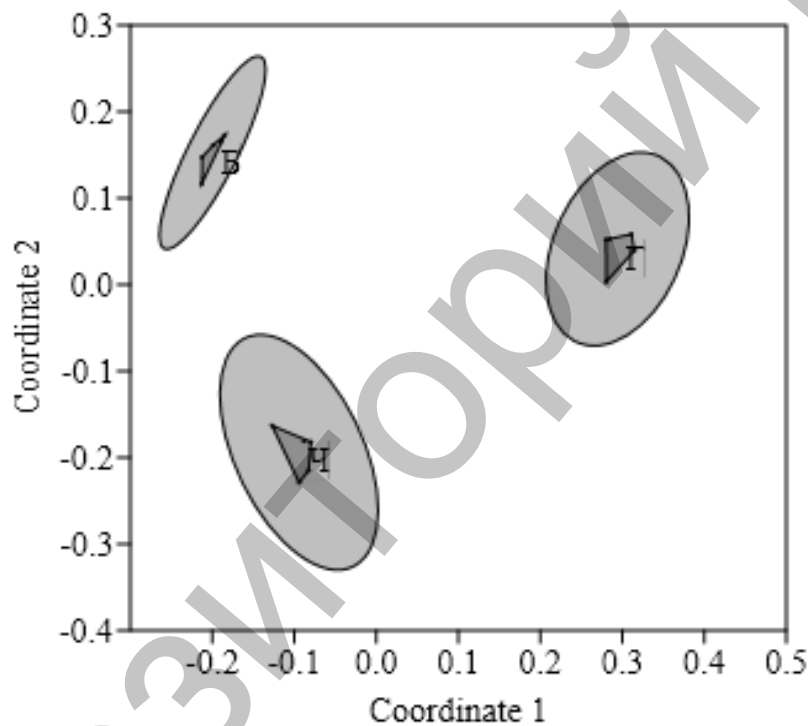


Рис. 4. Ординационная nMDS-диаграмма комплексов жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) в консорциях черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus*), брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea*) и голубики топяной (*Vaccinium uliginosum*) в Белорусском Поозерье

Таблица 4

Результаты анализа сходства видового состава комплексов жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) на основе попарных сравнений с использованием теста one-way ANOSIM в консорциях черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus*), брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea*) и голубики топяной (*Vaccinium uliginosum*) в Белорусском Поозерье

| Консорции | P-уровень | | |
|------------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| | <i>Vaccinium myrtillus</i> | <i>Vaccinium vitis-idaea</i> | <i>Vaccinium uliginosum</i> |
| <i>Vaccinium myrtillus</i> | – | 0,0282 | 0,0207 |
| <i>Vaccinium vitis-idaea</i> | 0,0282 | – | 0,0252 |
| <i>Vaccinium uliginosum</i> | 0,0207 | 0,0252 | – |

Результаты анализа различий видового состава комплексов жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) на основе SIMPER теста в консорциях черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus*), брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea*) и голубики топяной (*Vaccinium uliginosum*) в Белорусском Поозерье

| Вид | Средний уровень различия | Вклад в % | Кумулятивный вклад в % | Среднее число экземпляров в консорции <i>Vaccinium myrtillus</i> | Среднее число экземпляров в консорции <i>Vaccinium vitis-idaea</i> | Среднее число экземпляров в консорции <i>Vaccinium uliginosum</i> |
|--------------------------------------|--------------------------|-----------|------------------------|--|--|---|
| <i>Strophosoma capitatum</i> | 21,26 | 29,3 | 29,3 | 86,4 | 43,4 | 3 |
| <i>Lagria hirta</i> | 9,54 | 13,16 | 42,46 | 42,6 | 0,2 | 7,4 |
| <i>Apion fulvipes</i> | 5,94 | 8,19 | 50,65 | 1,2 | 0 | 21,6 |
| <i>Chilocorus renipustulatus</i> | 5,59 | 7,70 | 58,35 | 6,8 | 0,2 | 20 |
| <i>Lochmaea suturalis</i> | 5,20 | 7,16 | 65,52 | 4 | 22,6 | 7,4 |
| <i>Athous subfuscus</i> | 3,62 | 4,98 | 70,51 | 14,4 | 4,2 | 0 |
| <i>Corticarina gibbosa</i> | 2,82 | 3,89 | 74,4 | 1,4 | 0 | 10,2 |
| <i>Coccinella hieroglyphica</i> | 2,26 | 3,11 | 77,52 | 3 | 0 | 8 |
| <i>Cryptocephalus labiatus</i> | 1,66 | 2,29 | 79,81 | 8,4 | 1,8 | 3,8 |
| <i>Psyllohora vigintiduopunctata</i> | 1,47 | 2,02 | 81,84 | 6,4 | 0,6 | 0 |
| <i>Aphthona euphorbiae</i> | 1,42 | 1,96 | 83,81 | 2,6 | 0,8 | 5,6 |

Анализ главных компонент (PCA) позволил выявить виды, в наибольшей степени приуроченные к консорциям определенного типа. Следует отметить, что дисперсия первых двух осей ординации (главных компонент) составляет 56,70% и 22,47% соответственно. В частности, наибольшую связь с черникой обыкновенной продемонстрировали *Cryptocephalus labiatus*, *Strophosoma capitatum*, *Lagria hirta*, *Athous subfuscus* и *Psyllohora vigintiduopunctata*, с брусничкой обыкновенной – только *Lochmaea suturalis*, с голубикой топяной наиболее выражена связь у *Apion fulvipes* и *Corticarina gibbosa* (рис. 5).

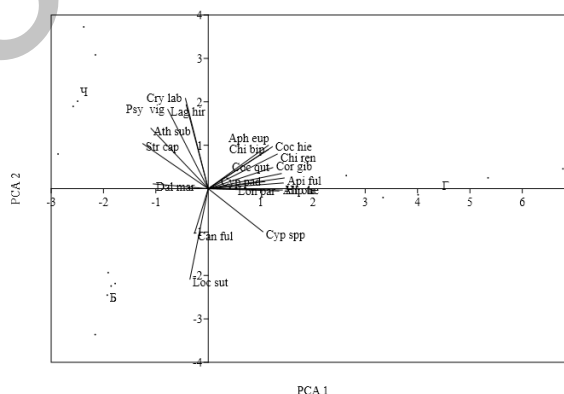


Рис. 5. Ординационная PCA-диаграмма комплексов жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) в консорциях черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus*), брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea*) и голубики топяной (*Vaccinium uliginosum*) в Белорусском Поозерье

Заключение. Впервые в условиях Белорусского Поозерья выявлен таксономический состав комплексов жесткокрылых насекомых консорций черники обыкновенной, брусники обыкновенной и голубики топяной. Наибольшим видовым богатством жуков отличались консорции голубики топяной, наименьшим – брусники обыкновенной.

По показателям относительной численности, выраженной средней учетной плотностью выборочных совокупностей, достоверных различий не установлено, несмотря на более высокое число зарегистрированных особей в консорции *Vaccinium myrtillus*.

Консорции черники обыкновенной отличались наиболее высокими показателями альфа-разнообразия и выравниваемости видов по относительному обилию по сравнению с комплексами жесткокрылых остальных консорций, что связано с преобладанием в них ограниченного числа видов. При этом качественный состав доминирующих видов был различен.

Анализ бета-разнообразия показал отчетливые различия видового состава жуков трех исследуемых консорций, которые были наибольшими между колеоптерокомплексами *Vaccinium vitis-idaea* и *Vaccinium uliginosum*. Такая дифференциация обусловлена отдельными видами, обладающими наиболее высокими средними показателями учетной плотности. Большинство выявленных видов характеризуется высокой приуроченностью к определенному типу консорции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гельтман, В.С. Географический и типологический анализ лесной растительности Белоруссии / В.С. Гельтман. – Минск: Наука и техника, 1982. – 326 с.
2. Мазинг, В.В. Консорции как элементы функциональной структуры биоценозов / В.В. Мазинг // Труды Московского общества испытателей природы. – М., 1966. – С. 127–177.
3. Денисенков, В.П. Основы болотоведения / В.П. Денисенков. – СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2000. – 224 с.
4. Литвинова, А.Н. Насекомые сосновых лесов / А.Н. Литвинова, Т.П. Панкевич, Р.В. Молчанова. – Минск: Навука і тэхніка, 1985. – 152 с.
5. Sushko, G. Beetles (Coleoptera) of Raised Bogs in North-Western Belarus / G. Sushko // Baltic Journal of Coleopterology. – 2007. – Vol. 7, № 2. – P. 207–214.
6. Сушко, Г.Г. Современное состояние и эколого-таксономическая структура сообществ насекомых верховых болот Белорусского Поозерья / Г.Г. Сушко. – Минск: Изд-во БГУ, 2017. – 207 с.
7. Сушко, Г.Г. Насекомые в консорциях дикорастущих ягодников и других верескоцветных на верховых болотах Белорусского Поозерья / Г.Г. Сушко, В.В. Шкатуло // Весн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2013. – № 3(75). – С. 50–61.
8. 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, № 3. – P. 259–270.
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, № 10. – P. 1–14.
10. Gotelli, N.J. Measuring and estimating species richness, species diversity, and biotic similarity from sampling data / N.J. Gotelli and A. Chao // Encyclopedia of Biodiversity / ed. S.A. Levin. – 2nd Edition. – New York: Elsevier, 2013. – Pp. 195–211.
11. Engelmann, H.D. Zur Dominanzklassifizierung von Bodenartropoden / H.D. Engelmann // Pedobiologia. – 1978. – Bd. 18, Hf. 5/6. – S. 378–380.
12. Anderson, M.J. PERMANOVA, ANOSIM, and the Mantel test in the face of heterogeneous dispersions: what null hypothesis are you testing? / M.J. Anderson & D.C. Walsh // Ecological monographs. – 2013. – Vol. 83, № 4. – P. 557–574.

REFERENCES

1. Geltman V.S. *Geograficheski i tipologicheski analiz lesnoi rastitelnosti Belorussii* [Geographic and Typological Analysis of Forest Vegetation in Belarus], Minsk, Nauka i tekhnika, 1982, 326 p.
2. Masing V.V. *Trudi Moskovskogo obshchestva ispytatelei prirody* [Proceedings of Moscow Nature Explorers' Society]. M., 1966, pp. 127–177.
3. Denisenkov V.P. *Osnovi bolotovedeniya* [Basics of Marsh Studies], SPb., Izd-vo S.-Peterburgskogo universiteta, 2000, 224 p.
4. Litvinova A.N., Pankevich T.P., Molchanova R.V. *Nasekomiye sasnovykh lesov* [Insects of Pine Forests], Minsk, Navuka i tekhnika, 1985, 152 p.
5. Sushko, G. Beetles (Coleoptera) of Raised Bogs in North-Western Belarus / G. Sushko // Baltic Journal of Coleopterology. – 2007. – Vol. 7, № 2. – P. 207–214.
6. Sushko G.G. *Sovremennoye sostoyaniye i ekologo-taksonomicheskaya struktura soobshchestv nasekomykh verkhovykh bolot Belorusskogo Poozeriya* [Contemporary State and Ecological and Taxonomic Structure of Insect Consortia of Upper Bogs of Belarusian Poozeriye], Minsk, Izd-vo BGU, 2017, 207 p.
7. Sushko G.G., Shkatulo V.V. *Vestnik VGU* [Journal of VSU], 2013, 3(75), pp. 50–61.
8. 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, № 3. – P. 259–270.
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, № 10. – P. 1–14.
10. Gotelli N.J. and Chao A. Measuring and estimating species richness, species diversity, and biotic similarity from sampling data // Encyclopedia of Biodiversity / ed. S.A. Levin. – 2nd Edition. – New York, Elsevier, pp. 195–211.
11. Engelmann, H.-D. Zur Dominanzklassifizierung von Bodenartropoden / H.-D. Engelmann // Pedobiologia. – 1978. – Bd. 18, Hf. 5/6. – S. 378–380.
12. Anderson, M.J., PERMANOVA, ANOSIM, and the Mantel test in the face of heterogeneous dispersions: what null hypothesis are you testing? / M.J. Anderson & D.C. Walsh // Walsh Ecological monographs, 2013, 83(4), pp. 557–574.

Поступила в редакцию 14.01.2019

Адрес для корреспонденции: e-mail: ok.hohlwa-eco@yandex.by – Хохлова О.И.