

БИОРАЗНООБРАЗИЕ КОМПЛЕКСОВ ЦИКАДОВЫХ В КОНСОРЦИЯХ ДИКОРАСТУЩИХ ЯГОДНИКОВ РОДА *VACCINIUM* В БЕЛОРУССКОМ ПООЗЕРЬЕ

О.И. Хохлова*, О.И. Бородин**

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

** Государственное научно-производственное объединение
«Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам»

В публикации впервые приведен видовой состав и дана сравнительная оценка основных трендов биоразнообразия комплексов цикадовых в консорциях *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* и *V. uliginosum*, которые являются важными биоресурсами региона исследований и составляют значительную долю покрытия в напочвенном ярусе сосновых лесов.

Цель работы – изучить видовой состав и особенности альфа- и бетаразнообразия комплексов цикадовых (Hemiptera: Fulgoromorpha & Cicadomorpha) в консорциях *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* и *V. uliginosum* в Белорусском Поозерье.

Материал и методы. Материалом послужили сборы авторов, выполненные в 4 административных районах Витебской области (Витебском, Сенненском, Лепельском, Миорском). Исследования проводились с конца апреля до начала ноября в 2017–2019 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.

Результаты и их обсуждение. Впервые в условиях Белорусского Поозерья выявлен таксономический состав комплексов цикадовых консорций черники обыкновенной, брусники обыкновенной и голубики топяной. Установлено 20 видов 3 семейств. Отдельные виды характеризовались высокой приуроченностью к определенному типу консорции. Максимальным альфа-разнообразием ($H' = 2,098$) характеризовались комплексы цикадовых консорции *Vaccinium myrtillus*, наименьшим ($H' = 1,894$) – консорции *Vaccinium vitis-idaea*. Анализ бета-разнообразия с использованием NMDS показал отчетливые различия видового состава консорции голубики от других и сходство комплексов цикадовых брусники и черники. Различия подтверждают результаты теста one-way ANOSIM как для всех консорций в целом, так и при их попарном сравнении. SIMPER тест также продемонстрировал достоверный уровень различий между комплексами цикадовых и выявил виды, которые способствуют их гетерогенности.

Заключение. Значимых различий видового богатства не обнаружено, тогда как максимальной учетной плотностью отличались консорции *V. uliginosum*. Самое высокое альфа-разнообразие и выравненность видов по относительному обилию были в консорции *V. myrtillus*. Наибольшее сходство видового состава установлено между консорциями *V. vitis-idaea* и *V. myrtillus*.

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

BIODIVERSITY OF CICADAS IN CONSORTIUMS OF *VACCINIUM* WILD BERRIES IN BELARUSIAN LAKELAND

O.I. Khokhlova*, O.I. Borodin**

*Education Establishment “Vitebsk State P.M. Masherov University”

**State Research and Production Association “Scientific and Practical Center
of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources”

The paper presents the species composition and a comparative assessment of the main trends in the biodiversity of cicadas in the consortiums of *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* and *V. uliginosum*, which are important bioresources of the research region and make up a significant proportion of the coverage in the ground layer of pine forests.

The purpose of the work is to study the species composition and features of the alpha and betadiversity of cicada complexes (Hemiptera: Fulgoromorpha & Cicadomorpha) in the consortiums of *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* and *V. uliginosum* in Belarusian Lakeland.

Material and methods. The research material was collected by the authors in 4 administrative Districts of Vitebsk Region (Vitebsk, Senno, Lepel, Miory). The studies were carried out from the late April to the early November in 2017–2019, with an interval of 10–14 days, using the entomological sweep-netting with a 30 cm hoop. 50 strokes in five repetitions were taken as a unit of accounting.

Findings and their discussion. For the first time in Belarusian Lakeland, the taxonomic composition of cicada complexes of consortiums of *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* and *V. uliginosum* was revealed. 20 species of 3 families were identified. Some species were characterized by a high confinement to a certain type of consortia. The maximum alpha diversity ($H' = 2,098$) was typical for *Vaccinium myrtillus* consortium, the smallest ($H' = 1,894$) – for *Vaccinium vitis-idaea* consortium. The beta diversity analysis using NMDS showed distinct differences in the species composition of *Vaccinium uliginosum* consortium from others and the similarity of cicada complexes of *V. vitis-idaea* and *V. myrtillus*. The differences confirm the results of the one-way ANOSIM test both for all consortiums in general and for their pairwise comparison. The SIMPER test also showed a reliable level of differences among cicada complexes and identified species that contribute to their heterogeneity.

Conclusion. Significant differences in species richness were not identified, while *V. uliginosum* consortia differed in the maximum accounting density. The highest alpha diversity and evenness of species in relative abundance was in the consortium of *V. myrtillus*. The greatest similarity of species composition was revealed between the consortium of *V. vitis-idaea* and *V. myrtillus*.

Key words: *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* and *V. uliginosum*, Belarusian Lakeland, Fulgoromorpha, Cicadomorpha, biodiversity.

Черника обыкновенная, голубика топяная и брусника обыкновенная являются одними из наиболее обычных растений сосновых лесов и верховых болот Белорусского Поозерья [1]. Сформированный этими кустарничками ярус формирует специфические микроклиматические условия и предоставляет кормовые ресурсы для многих консументов, среди которых значительная доля приходится на насекомых. Можно предположить, что с *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* и *V. uliginosum* связаны достаточно специфические группировки насекомых, формирующих с ними трофические и топические связи [2]. Своеобразие таких энтомокомплексов может быть обусловлена как морфологическими, так и биохимическими особенностями этих растений, имеющих так называемый «эрикоидный облик», в числе которых многолетние жесткие побеги с сильно развитой кутикулой с восковым налетом, а также высокое содержание дубильных веществ в тканях [3]. Данные особенности, вероятно, препятствуют формированию широкого круга потребителей, в частности, насекомых-фитофагов.

К одним из многочисленных консументов в трофических сетях лесных экосистем можно причислить насекомых отряда Номоптера. Однако целенаправленные исследования их видового состава и экологии в консорциях растений семейства Вересковые в лесных экосистемах не проводились, как в Белорусском Поозерье, так и в Республике Беларусь в целом. Имеющиеся немногие литературные данные содержат фрагментарную информацию [4]. Отдельные работы, в которых приведены 10 видов 3 семейств на голубике и 10 видов 5 семейств на бруснике, касаются, преимущественно, экологии равнокрылых насекомых, ассоциированных с вересковыми кустарничками верховых болот [5–12].

В связи с этим цель данной работы – изучить видовой состав и особенности альфа- и бетаразнообразия комплексов цикадовых (Hemiptera: Fulgoromorpha & Cicadomorpha) в консорциях *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* и *V. uliginosum* в Белорусском Поозерье.

Материал и методы. Материалом послужили сборы авторов, выполненные в 4 административных районах Витебской области (Витебском, Сенненском, Лепельском, Миорском). Исследования проводились с конца апреля до начала ноября в 2017–2019 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. 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: окр. д. Придвинье (Витебский р-н, координаты 55°10'N29°56' E); окр. д. Щитовка (Сенненский р-н, координаты 54°52'N30°27' E); окр. д. Боровка (Лепельский р-н, координаты 54°57'N28°53' E); окр. д. Волковщина (Миорский р-н, координаты 55°34'N27°26' E); окр. д. Боровка (Лепельский р-н, координаты 55°10'N29°56' E); окр. д. Каменполье (Миорский р-н, координаты 55°37'N27°32' E); окр. д. Мартиновцы (Миорский р-н, координаты 55°38'N27°34' E).

Перед выполнением статистического анализа данные были проверены на соответствие закону нормального распределения с использованием теста Шапиро–Уилка. Для оценки различий между выборками использовались дисперсионный анализ (ANOVA) и апостериорный тест Тьюки или, в случае несоответствия закону нормального распределения, непараметрический критерий Краскела–Уоллиса (H) и апостериорный тест Дана. Для выявленного (S_{observed}) и прогнозируемого возможного ($S_{\text{estimated}}$) числа видов были применены непараметрические эстиматоры Chao 2 и Bootstrap. Данные алгоритмы экстраполяции видового богатства позволяют проводить оценку ожидаемого числа видов на основе сравнительно небольшого числа выборок [13].

Для оценки альфа-разнообразия комплексов применены индекс информационного разнообразия Шеннона–Уивера (H') и индекс выравненности Пиелу (J'). Бета-разнообразие комплексов полужесткокрылых 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 [14].

Приуроченность видов к определенному типу консорциев была проанализирована с помощью анализа главных компонент (Principal component analysis, PCA). На ординационной диаграмме названия видов приводятся в сокращенном виде (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 ($\log_{10}(n + 1)$), так как многие виды имели нулевые значения, т.е. отсутствовали в сборах в отдельных консорциях.

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%) [15]. Анализы выполнены в статистическом пакете PAST 3.21.

Результаты и их обсуждение. В результате исследования установлено 20 видов цикадовых, входящих в состав 14 родов, 3 семейств. Значимых различий видового богатства ($H = 4,02$, $p = 0,13$) в анализируемых консорциях не выявлено. При этом наибольшее среднее число видов обнаружено в консорции черники обыкновенной (рис. 1, табл. 1).

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. 1). В частности, эстиматор Chao 2 продемонстрировал соотношение 85,71–90,10% числа выявленных видов к максимально возможному. По результатам Bootstrap соотношение было ниже/несколько ниже (82,70–88,33%).

Выявлены значимые различия средней учетной плотности цикадовых (ANOVA, $F = 40,08$, $p = 0,0001$). При этом максимальной плотностью отличалась консорция голубики (табл. 1, рис. 2). Различия среднего числа экземпляров в выборочных совокупностях брусники и черники оказались статистически не значимыми по результатам апостериорных сравнений ($p < 0,05$).

Таблица 1

Показатели видового богатства, учетной плотности и разнообразия комплексов цикадовых (Hemiptera: Fulgoromorpha & Cicadomorpha) 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)	12	9	10
Chao 2	14	10	11
Стандартное отклонение Chao 2	0,13	0,37	0,38
Соотношение (%) наблюдаемого числа видов к максимально возможному по Chao 2	85,71	90,00	90,10
Bootstrap	14,51	10,34	11,32
Стандартное отклонение Bootstrap	1,01	0,65	0,59
Соотношение (%) наблюдаемого числа видов к максимально возможному по Bootstrap	82,70	87,04	88,33
Учетная плотность (экз./50 взмахов сачка)	16,61	15,80	33,80
Стандартная ошибка учетной плотности	0,74	1,42	2,26
Индекс Шеннона (H')	2,098	1,894	2,015
Стандартная ошибка H'	0,16	0,16	0,03
Индекс Пиелу (J')	0,862	0,855	0,767
Стандартная ошибка J'	0,02	0,04	0,02

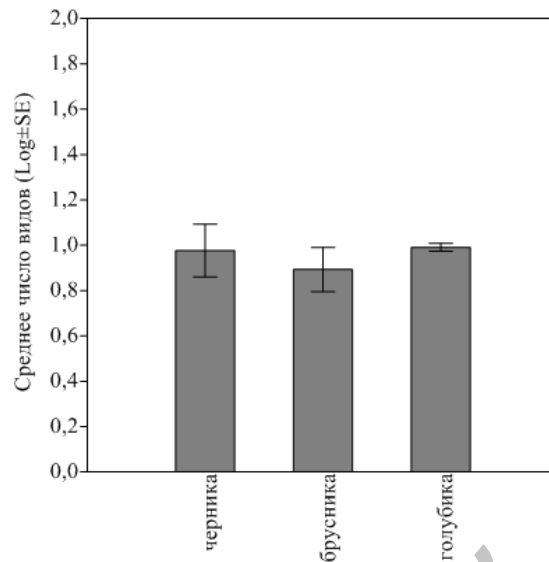


Рис. 1. Среднее число видов цикадовых (Hemiptera: Fulgoromorpha & Cicadomorpha) в консорциях черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus*), брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea*) и голубики топяной (*Vaccinium uliginosum*) в Белорусском Поозерье

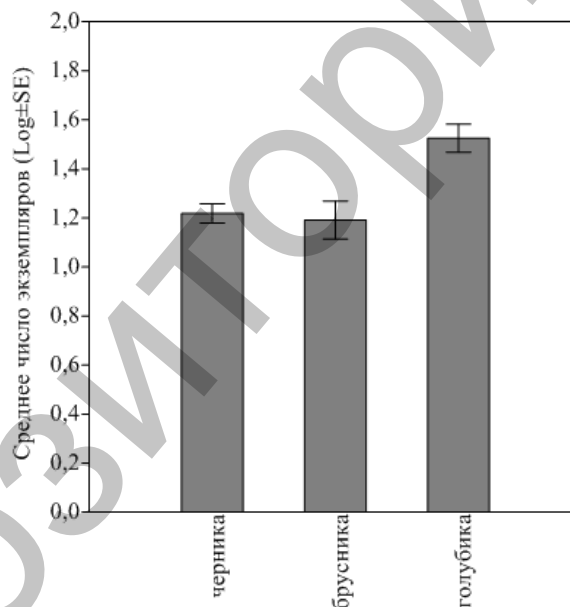


Рис. 2. Среднее число экземпляров цикадовых (Hemiptera: Fulgoromorpha & Cicadomorpha) в консорциях черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus*), брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea*) и голубики топяной (*Vaccinium uliginosum*) в Белорусском Поозерье

Максимальным альфа-разнообразием по показателю индекса Шеннона ($H' = 2,098$) характеризовались комплексы цикадовых консорции *Vaccinium myrtillus*, наименьшим ($H' = 1,894$) – консорции *Vaccinium vitis-idaea*. Достаточно высокое разнообразие в консорции черники обыкновенной сопровождалось и большей выравненностью ($J' = 0,862$). В целом выравненность комплексов цикадовых довольно высока (табл. 1).

В консорции *Vaccinium myrtillus* доминантами были *Philaenus spumarius* (27,45%) и *Macrosteltes variatus* (17,65%), субдоминантами – *Empoas casolani* и *Colladonus torneellus* (по 9,80%), *Empoas cavitis*, *Idiodonus cruentatus* и *Ophiola cornicula* (по 5,88%). Среди цикадовых консорции *Vaccinium vitis-idaea* доминантами являлись *Philaenus spumarius* (33,33%) и *Macrosteltes laevis* (15,56%), субдоминантами – *Ophiola russeola* (11,11%), *Balclutha punctata*, *Colladonus torneellus* (по 8,89%) и *Oncopsis flavicollis* (6,67%). В консорции *Vaccinium uliginosum* доминантами были *Aphrophora alni* (31,53%) и *Cixius similis* (17,12%) (табл. 2), субдоминантами – *Ophiola cornicula* и *Philaenus spumarius* (по 9,91%), *Lepyronia coleoptrata* (8,11%), *Idiodonus cruentatus* (7,21%) и *Empoasca vitis* (6,31%).

Относительное обилие (%) цикадовых (Hemiptera: Fulgoromorpha & Cicadomorpha) 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>Cixius distinguendus</i> Kirschbaum 1868	1,96	0,00	1,80
<i>C. similis</i> Kirschbaum, 1868	0,00	0,00	17,12
<i>Lepyronia coleoptrata</i> (Linnaeus, 1758)	0,00	0,00	8,11
<i>Aphrophora alni</i> (Fallén, 1805)	0,00	0,00	31,53
<i>Philaenus spumarius</i> (Linnaeus, 1758)	27,45	33,33	9,91
<i>Ulopa reticulata</i> (Fabricius, 1794)	1,96	0,00	0,00
<i>Oncopsis flavicollis</i> (Linnaeus, 1761)	3,92	6,67	0,00
<i>Empoasca solani</i> (Curtis, 1846)	9,80	0,00	0,00
<i>E. vitis</i> (Göthe, 1875)	5,88	0,00	6,31
<i>Balclutha punctata</i> (Fabricius, 1775)	1,96	8,89	0,00
<i>Macrosteles laevis</i> (Ribaut, 1927)	1,96	15,56	0,00
<i>M. variatus</i> (Fallén, 1806)	17,65	0,00	0,00
<i>Idiodonus cruentatus</i> (Panzer, 1799)	5,88	0,00	7,21
<i>Colladonus torneellus</i> (Zetterstedt, 1828)	9,80	8,89	2,70
<i>Allygus mixtus</i> (Fabricius, 1794)	0,00	2,22	0,00
<i>Elymana ikumae</i> Matsumura, 1911	1,96	0,00	0,00
<i>Ophiola cornicula</i> (Marshall, 1866)	5,88	2,22	9,91
<i>Ophiola</i> spp.	0,00	8,89	0,90
<i>O. russeola</i> (Fallén, 1826)	0,00	11,11	4,50
<i>O. transversus</i> (Fallén, 1826)	3,92	2,22	0,00

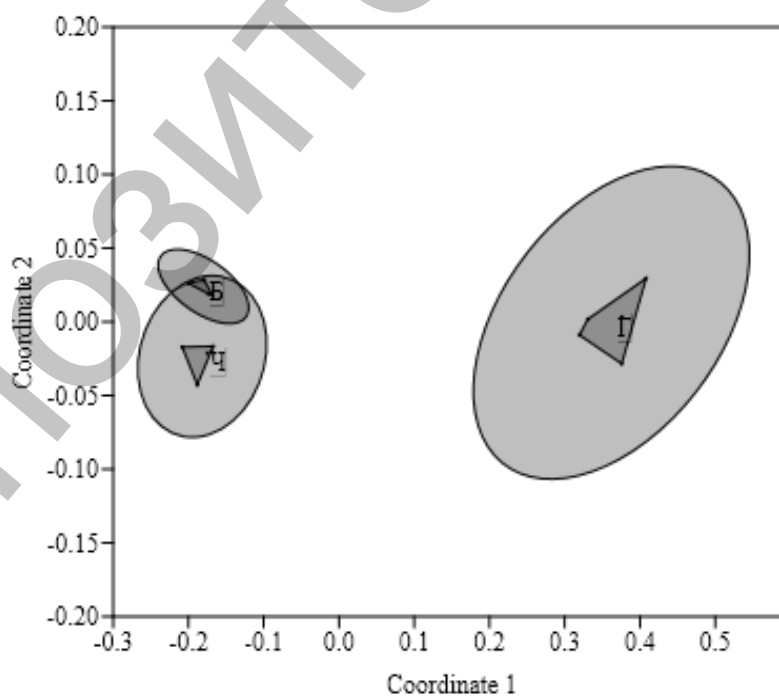


Рис. 3. Ординационная nMDS-диаграмма комплексов цикадовых (Hemiptera: Fulgoromorpha & Cicadomorpha) в консорциях черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus*), брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea*) и голубики топяной (*Vaccinium uliginosum*) в Белорусском Поозерье

Выполненный анализ бета-разнообразия с использованием неметрического многомерного шкалирования (nMDS) показал отчетливые различия видового состава консорции голубики от других ($\text{stress}=0,1$, R^2 для первых двух осей ординации составляет 0,8 и 0,6 соответственно). С другой стороны, ординационная диаграмма демонстрирует сходство комплексов цикадовых брусники и черники (рис. 3). Различия подтверждают результаты теста one-way ANOSIM как для всех консорций в целом ($R=0,9$, $p=0,0001$), так и при их попарном сравнении (табл. 3). Кроме того, SIMPER тест также продемонстрировал достоверный уровень различий между комплексами цикадовых и выявил виды, которые способствуют их гетерогенности (табл. 4). Наибольший вклад в различия между комплексами вносят виды, обладающие наиболее высокими средними показателями учетной плотности, такие как *Macrosteles variatus* и *Empoasca solani* (в консорции *Vaccinium myrtillus*), *Macrosteles laevis*, *Philaenus spumarius*, *Balclutha punctata* и *Oncopsis flavicollis* (в консорциях *V. vitis-idaea*), *Aphrophora alni*, *Cixius similis*, *Ophiola cornicula*, *O. russeola*, *Idiodonus cruentatus*, *Lepyronia coleoprata* и *Empoasca avitis* (в консорции *V. uliginosum*).

Таблица 3

Результаты анализа сходства видового состава комплексов цикадовых (Hemiptera: Fulgoromorpha & Cicadomorpha) на основе по парных 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>	–	0,025	0,021
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	0,028	–	0,025
<i>Vaccinium uliginosum</i>	0,028	0,025	–

Таблица 4

Результаты анализа различий видового состава комплексов цикадовых (Hemiptera: Fulgoromorpha & Cicadomorpha) 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>Aphrophora alni</i>	14,74	22,04	22,04	0	0	10,6
<i>Cixius similis</i>	7,82	11,70	33,74	0	0	5,6
<i>Ophiola cornicula</i>	4,50	6,73	40,48	1,2	0,6	3,4
<i>Macrosteles variatus</i>	4,32	6,47	46,95	2,4	0	0
<i>Macrosteles laevis</i>	4,14	6,19	53,14	0,6	2,4	0
<i>Philaenus spumarius</i>	4,06	6,07	59,21	3,8	4,6	3,4
<i>Ophiola russeola</i>	4,03	6,03	65,25	0	1,8	2
<i>Empoasca solani</i>	4,02	6,01	71,26	2,2	0	0
<i>Idiodonus cruentatus</i>	3,35	5,00	76,27	0,6	0	2,2
<i>Lepyronia coleoprata</i>	3,31	4,96	81,23	0	0	2,4
<i>Empoasca avitis</i>	3,24	4,85	86,08	1	0	2
<i>Balclutha punctata</i>	2,57	3,85	89,94	0,4	1,4	0
<i>Oncopsis flavicollis</i>	2,19	3,28	93,22	0,8	1,2	0

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 65,23% и 23,60% соответственно. В частности, наибольшую связь с черникой обыкновенной

продемонстрировали *Empoasca solani*, *Ophiolatraversus*, *Ulopa reticulata*, с брусникой обыкновенной – *Oncopsis flavicollis*, *Balclutha punctata*, *Macrosteles laevis*, с голубикой топяной наиболее выражена связь у *Cixius similis* и *Aphrophora alni* (рис. 4).

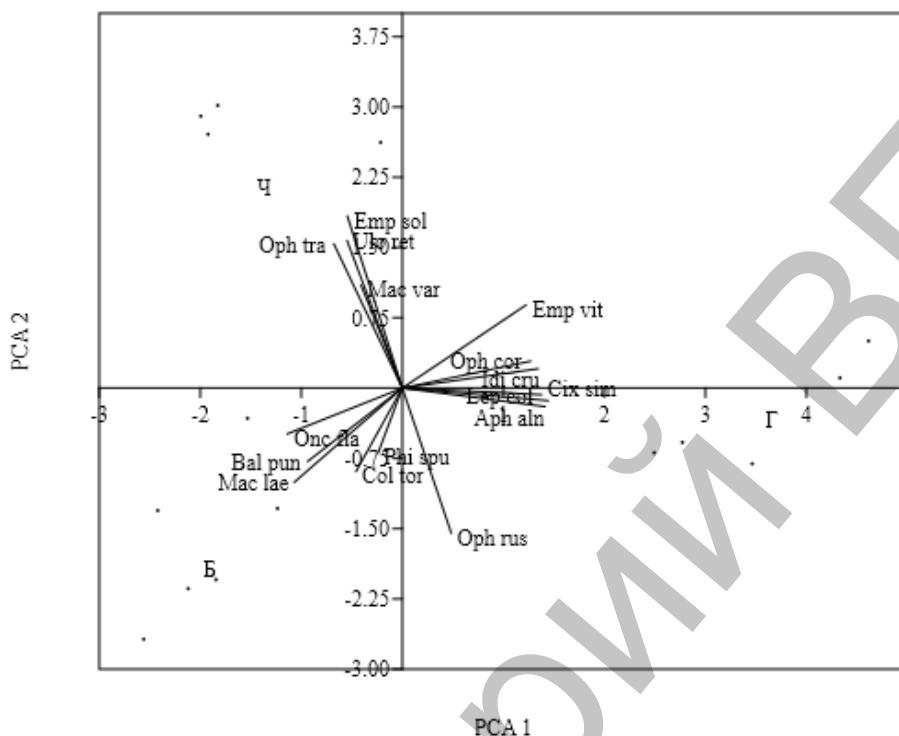


Рис. 4. Ординационная PCA-диаграмма комплексов цикадовых (Hemiptera: Fulgoromorpha & Cicadomorpha) в консорциях черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus*), брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea*) и голубики топяной (*Vaccinium uliginosum*) в Белорусском Поозерье

Однако следует отметить, что установленные связи в большей мере топические, так как для многих видов, таких как *Empoasca solani*, *Ophiolatraversus*, *Oncopsis flavicollis*, *Balclutha punctata*, *Macrosteles laevis*, кормовыми растениями являются произрастающие рядом деревья и травы [16–17].

Заключение. Впервые в условиях Белорусского Поозерья выявлен таксономический состав комплексов цикадовых консорций черники обыкновенной, брусники обыкновенной и голубики топяной. Значимых различий видового богатства не обнаружено. По показателям средней учетной плотности преобладали консорции *Vaccinium uliginosum*.

Консорции цикадовых черники обыкновенной отличались наиболее высокими показателями альфа-разнообразия и выравненности видов по относительному обилию, по сравнению с остальными консорциями. Это связано с доминированием ограниченного числа видов. Однако качественный состав преобладающих видов был различен.

Анализ бета-разнообразия показал отчетливые различия видового состава цикадовых трех исследуемых консорций. При этом максимальными различиями характеризовались консорции *Vaccinium uliginosum*, тогда как между консорциями цикадовых *Vaccinium vitis-idaea* и *V. myrtillus* обнаружено некоторое сходство видового состава. Такая дифференциация обусловлена отдельными видами, обладающими наиболее высокими средними показателями учетной плотности, большинство из которых характеризуется приуроченностью к определенному типу консорции. Однако, по всей видимости, преобладают топические связи, так как многие виды трофически связаны с произрастающими поблизости травами и деревьями.

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. – Л.: Изд-во С.-Петербургского университета, 2000. – 224 с.
4. Литвинова, А.Н. Насекомые сосновых лесов / А.Н. Литвинова, Т.П. Панкевич, Р.В. Молчанова. – Минск: Наука і тэхніка, 1985. – 152 с.

5. Сушко, Г.Г. Цикадовые (Homoptera, Auchenorrhyncha) верховых болот Беларуси / Г.Г. Сушко, О.И. Бородин // Вестник БГУ. Сер. 2, Химия. Биология. География. – 2009. – № 3. – С. 28–32.
6. Сушко, Г.Г. Состав и структура сообществ цикадовых (Homoptera, Auchenorrhyncha) верховых болот Белорусского Поозерья / Г.Г. Сушко, О.И. Бородин // Вестник ГрДУ. Сер. 2, Матэматыка. Фізіка. Інфарматыка, вылічальная тэхніка і кіраванне. Біялогія. – 2009. – № 3(87). – С. 157–162.
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. Сушко, Г.Г. Современное состояние и основные тенденции изменений комплексов насекомых (Auchenorrhyncha, Heteroptera, Coleoptera) трансформированных верховых болот Белорусского Поозерья / Г.Г. Сушко, В.В. Шкатуло // Весн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2014. – № 4(82). – С. 46–56.
9. Sushko, G. Succession changes in diversity and assemblages composition of planthoppers and leafhoppers in natural ancient peat bogs in Belarus / G. Sushko // Biodiversity and Conservation. – 2016. – Vol. 25, № 14. – P. 2947–2963.
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, n. 3. – P. 259–270.
11. 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.
12. Gotelli, N.J. and Chao, A. (2013) Measuring and estimating species richness, species diversity, and biotic similarity from sampling data, in The Encyclopedia of Biodiversity, 2nd Edition, (ed. S.A. Levin), Elsevier, New York, pp. 195–211.
13. Anderson, M.J., & Walsh, D.C. (2013). PERMANOVA, ANOSIM, and the Mantel test in the face of heterogeneous dispersions: what null hypothesis are you testing?. Ecological monographs, 83(4), 557–574.
14. Engelmann, H.-D. Zur Dominanz klassifizierung von Boden art ropoden / H.-D. Engelmann // Pedobiologia. – 1978. – Bd. 18, Hf. 5/6. – S. 378–380.
15. Borodin, O. A Checklist of the Auchenorrhyncha of Belarus / O. Borodin // Beiträge zur Zikadenkunde. – 2004. – № 7. – P. 29–47.
16. Nickel, H. The Leafhoppers and Planthoppers of Germany (Hemiptera Auchenorrhyncha): Patterns and strategies in a highly diverse group of phytophagous insects / H. Nickel. – Sofia–Moscow: Pensoft Publishers, 2003. – 460 p.

REFERENCES

1. Geltman V.S. *Geograficheski i tipologicheski analiz lesnoi rastitelnosti Belorussii* [Geographic and Typological Analysis of Wood Vegetation of Belarus], Minsk: Nauka i tekhnika, 1982, 326 p.
2. Mazing V.V. *Trudy Moskovskogo obshchestva ispytatelei prirody* [Proceedings of Moscow Society of Nature Explorers], M., 1966, pp. 127–177.
3. Denisenkov V.P. *Osnovy bolotovedeniya* [Basics of Swamp Studies], L.: Izd-vo S.-Peterburgskogo universiteta, 2000, 224 p.
4. Litvinova A.N., Pankevich T.P., Molchanova R.V. *Nasekomiye sosnovykh lesov* [Pine Tree Forest Insects], Minsk: Navuka i tekhnika, 1985, 152 p.
5. Sushko G.G., Borodin O.I. *Vestnik BGU. Seriya 2, Khimiya. Biologiya. Geografiya*. [Journal of BSU. Series 2, Chemistry. Biology. Geography], 2009, 3, pp. 28–32.
6. Sushko G.G., Borodin O.I. *Vestnik GrDU. Seriya 2, Matematyka. Fizika. Infarmatyka, vylichalnaya tekhnika i kiravanne. Biyalogiya*. [Journal of GrSU. Series 2, Mathematics. Physics. Information Science, Computing Technology and Control], 2009, 3(87), pp. 157–162.
7. Sushko G.G., Shkatulo V.V. *Vestnik VGU* [Journal of VSU], 2013, 3(75), pp. 50–61.
8. Sushko G.G., Shkatulo V.V. *Vestnik VGU* [Journal of VSU], 2014, 4(82), pp. 46–56.
9. Sushko, G. Succession changes in diversity and assemblages composition of planthoppers and leafhoppers in natural ancient peat bogs in Belarus / G. Sushko // Biodiversity and Conservation. – 2016. – Vol. 25, № 14. – P. 2947–2963.
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, n. 3. – P. 259–270.
11. Sushko G.G. *Sovremennoye sostoyaniye i ekologo-taksonomicheskaya struktura soobshchestv nasekomykh verkhovykh bolot Belorusskogo Poozeriya* [Contemporary State and Ecological and Taxonomic Structure of Upper Swamp Insect Communities of Belarusian Lakeland], Minsk: Izd-vo BGU, 2017, 207 p.
12. Gotelli, N.J. and Chao, A. (2013) Measuring and estimating species richness, species diversity, and biotic similarity from sampling data, in The Encyclopedia of Biodiversity 2nd Edition, (ed S.A. Levin), Elsevier, New York, pp. 195–211.
13. Anderson, M.J., & Walsh, D.C. (2013). PERMANOVA, ANOSIM, and the Mantel test in the face of heterogeneous dispersions: what null hypothesis are you testing?. Ecological monographs, 83(4), 557–574.
14. Engelmann, H.-D. Zur Dominanz klassifizierung von Boden art ropoden / H.-D. Engelmann // Pedobiologia. – 1978. – Bd. 18, Hf. 5/6. – S. 378–380.
15. Borodin, O. A Checklist of the Auchenorrhyncha of Belarus / O. Borodin // Beiträge zur Zikadenkunde. – 2004. – № 7. – P. 29–47.
16. Nickel, H. The Leafhoppers and Planthoppers of Germany (Hemiptera Auchenorrhyncha): Patterns and strategies in a highly diverse group of phytophagous insects / H. Nickel. – Sofia–Moscow: Pensoft Publishers, 2003. – 460 p.

Поступила в редакцию 19.03.2020

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