

УДК 595.763(476.5)

ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСОВ ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, CARABIDAE) УЧАСТКОВ ЛУГОВЫХ БИОЦЕНОЗОВ С ЗАСОРЕНИЕМ И БЕЗ ЗАСОРЕНИЯ БОРЩЕВИКОМ СОСНОВСКОГО (*HERACLEUM SOSNOWSKYI*)

Е. С. ПЛИСКЕВИЧ¹⁾¹⁾Витебский государственный университет им. П. М. Машерова,
пр. Московский, 33, 210038, г. Витебск, Беларусь

В результате проведенного в 2018 г. в Ушачском районе Витебской области (Белорусское Поозерье) исследования в составе карабидокомплексов участков луговых биоценозов с засорением инвазивным борщевиком Сосновского выявлен 41 вид жужелиц из 23 родов, тогда как на участках без засорения борщевиком зарегистрированы 38 видов из 21 рода. Виды *Notiophilus biguttatus* (Fabricius, 1779), *Dyschiriodes globosus* (Herbst, 1784), *Bembidion quadrimaculatum* (Linnaeus, 1761), *Pterostichus oblongopunctatus* (Fabricius, 1787), *P. minor* (Gyllenhal, 1827), *P. nigrita* (Paykull, 1790), *Platynus assimilis* (Paykull, 1790), *P. krynickii* (Sperk, 1835), *Bradycellus caucasicus* (Chaudoir, 1846), *Ophonus laticollis* (Mannerheim, 1825), *Harpalus latus* (Linnaeus, 1758), *H. progrediens* (Schauberg, 1922), *Badister bullatus* (Schränk, 1798) были отмечены только на участках с засорением борщевиком. Видовое богатство и значение индекса биоразнообразия карабидокомплексов участков лугового биоценоза, засоренных борщевиком, были выше, чем аналогичные параметры карабидокомплексов участков без борщевика. В условиях зарослей инвазивного борщевика в составе карабидокомплексов доминировали стратобионты-скважники (относительное обилие – 28,57 %), высока была доля участия эвритопных (6 видов, 20,37 %) и лесных (7 видов, 12,01 %) при сравнительно низкой доле участия луговых (3 вида, 1,37 %) видов. Для карабидокомплексов участков биоценоза с засорением борщевиком отмечена высокая доля участия мезофилов (19 видов, 52,44 %) на фоне низкой доли участия мезогигрофилов (9 видов, 37,69 %).

Ключевые слова: видовое богатство; Белорусское Поозерье; стратобионты-скважники; эвритопные виды; лесные виды.

FEATURES OF GROUND BEETLE (COLEOPTERA, CARABIDAE) ASSEMBLAGES IN AREAS OF MEADOW BIOCENOSIS WITH AND WITHOUT SOSNOVSKY'S HOGWEED (*HERACLEUM SOSNOWSKYI*)

E. S. PLISKEVICH^a^aVitebsk State University named after P. M. Masherov, 33 Maskoŭski Avenue, Viciebsk 210038, Belarus

As a result of a study conducted in 2018, 41 species of ground beetles from 23 genera were identified in the Ushachsky District of the Vitebsk Region (Belarusian Lakeland) as a part of ground beetle assemblages of meadow biocenosis with clogging by the invasive Sosnovsky's hogweed, whereas without clogging with hogweed 38 species from 21 genera were

Образец цитирования:

Плискевич Е.С. Особенности комплексов жужелиц (Coleoptera, Carabidae) участков луговых биоценозов с засорением и без засорения борщевиком Сосновского (*Heracleum sosnowskyi*). Журнал Белорусского государственного университета. Биология. 2020;2:75–83.
<https://doi.org/10.33581/2521-1722-2020-2-75-83>

For citation:

Pliskevich ES. Features of ground beetle (Coleoptera, Carabidae) assemblages in areas of meadow biocenosis with and without Sosnovsky's hogweed (*Heracleum sosnowskyi*). Journal of the Belarusian State University. Biology. 2020;2:75–83. Russian.
<https://doi.org/10.33581/2521-1722-2020-2-75-83>

Автор:

Елена Сергеевна Плискевич – кандидат биологических наук; доцент кафедры зоологии биологического факультета.

Author:

Elena S. Pliskevich, PhD (biology); associate professor at the department of zoology, faculty of biology.
pliskevich.lena@yandex.by

identified. Species *Notiophilus biguttatus* (Fabricius, 1779), *Dyschiriodes globosus* (Herbst, 1784), *Bembidion quadrimaculatum* (Linnaeus, 1761), *Pterostichus oblongopunctatus* (Fabricius, 1787), *P. minor* (Gyllenhal, 1827), *P. nigrita* (Paykull, 1790), *Platynus assimilis* (Paykull, 1790), *P. krynickii* (Sperk, 1835), *Bradycellus caucasicus* (Chaudoir, 1846), *Ophonus laticollis* (Mannerheim, 1825), *Harpalus latus* (Linnaeus, 1758), *H. progrediens* (Schauberger, 1922), *Badister bullatus* (Schränk, 1798) were recorded only in the biocenosis with clogging with hogweed. The species richness and the value of the biodiversity index of the ground beetle assemblages of the meadow biocenosis with clogging with hogweed were higher than these parameters of the ground beetle assemblages of the meadow biocenosis without hogweed. In the conditions of invasive hogweed thickets stratobionts boreholes dominated in the ground beetle assemblages (relative abundance 28.57 %), the participation of eurytopic (6 species, 20.37 %) and forest species (7 species, 12.01 %) was high, with a decrease in the share of participation meadow species (3 species, 1.37 %). For the biocenosis littered with hogweed, a high proportion of mesophiles (19 species, 52.44 %) was observed, against the background of a low proportion of mesogrophils (9 species, 37.69 %).

Keywords: species richness; Belarusian Lakeland; stratobionts boreholes; eurytopic species; forest species.

Введение

В настоящее время распространение борщевиков рода *Heracleum* L. на территории Беларуси оказывает негативное воздействие на экологию, экономику и здоровье людей. Представители данного рода характеризуются отсутствием резкой морфологической дифференциации, наличием промежуточных форм, а также легкостью скрещивания между собой и образованием спонтанных гибридов [1]. На территории Беларуси произрастают аборигенные виды этих растений, в частности борщевик обыкновенный (*H. sphondylium* L.), к таковым, вероятно, может быть отнесен и борщевик сибирский (*H. sibiricum* L.) [2]. Кроме них, отмечены чужеродные виды, проходившие испытания в целях интродукции: борщевик Сосновского (*H. sosnowskyi* Manden.), борщевик Мантегацци (*H. mantegazzianum* Somm. et Levier), борщевик Лемана (*H. lehmannianum* Bunge), борщевик шероховато-окаймленный (*H. trachyloma* Fisch. et Mey.), борщевик персидский (*H. persicum* Desf.), однако достоверные данные о соотношении и составе этих инвазивных видов в природных группировках Беларуси отсутствуют [2].

Борщевик Сосновского (*H. sosnowskyi*) является наиболее конкурентоспособным и агрессивным видом гигантских борщевиков, в результате его расселения вытесняются аборигенные растения, что негативно влияет на биоразнообразие экосистем [3]. Выделяемые борщевиком ядовитые вещества угнетают другие растения, это ведет к уменьшению видового разнообразия, изменению флористического состава фитоценоза и нарушению устойчивости экосистемы. Невозможность осуществления полного контроля за размножением и распространением борщевика Сосновского приводит к быстрому захвату им новых территорий, частичной или полной трансформации естественных фитоценозов [1]. Моносообщества борщевика Сосновского вызывают изменение соотношения эколого-трофических групп микроорганизмов в почвах под ними, а также усиливают минерализационные процессы и увеличивают степень олиготрофности почв. Средообразующей активностью корневых экссудатов борщевика Сосновского объясняется рост количества грибных пропагул [4].

В Беларуси наибольшее количество земель, засоренных борщевиком, сосредоточено в Витебской области, где в настоящий момент проводится установление площади распространения инвазивных видов борщевиков с применением GPS-навигации и ГИС-технологий [5; 6]. Расселение борщевика на территории области приводит к частичной или полной трансформации фитоценозов, которые являются местообитанием для многочисленных видов беспозвоночных. Вероятно, это способствует формированию новых сообществ растений и герпетобионтов. Для выявления изменений условий окружающей среды как индикаторная группа среди беспозвоночных животных используются представители семейства жуужелиц (Coleoptera, Carabidae), характеризующиеся способностью быстро реагировать на различные антропогенные и природные воздействия [7–9].

Согласно вышеизложенному, на наш взгляд, актуальным является рассмотрение на примере жуужелиц особенностей состава комплексов герпетобионтов в специфических условиях моносообществ борщевика. Цель данной работы – установление особенностей видового состава карабидокомплексов участков зарослей инвазивного борщевика Сосновского на территории Ушачского района.

Материалы и методы исследования

Исследование выполнялось в вегетационный период 2018 г. на территории Ушачского района Витебской области в окрестностях д. Тетчи (55°13'47,11" с. ш., 28°56'6,72" в. д., $h = 138$ м). Местом для его проведения стали некогда земли сельскохозяйственного пользования, в настоящий момент заросшие борщевиком (3 участка). В качестве контроля за пределами биоценоза, засоренного борщевиком, были выбраны многовидовые луговые сообщества (3 участка). В составе растительности всех засоренных

борщевиком участков (УБ) преобладали борщевик Сосновского (2–3 экз. на 1 м²), сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L.), крапива двудомная (*Urtica dioica* L.). На контрольных участках (УК) отмечены полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.), болиголов пятнистый (*Conium maculatum* L.), лютик едкий (*Ranunculus acris* L.), тысячелистник (*Achillea* sp.), ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.) (участок № 1); болиголов пятнистый (*Conium maculatum* L.), сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L.), крапива двудомная (*Urtica dioica* L.), ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.) (участок № 2); ежевика (*Rubus* sp.), сныть обыкновенная (*Artemisia podagraria* L.), крапива двудомная (*Urtica dioica* L.), болиголов пятнистый (*Conium maculatum* L.), клевер (*Trifolium* L.) (участок № 3).

Для сбора материала применялись почвенные ловушки Барбера (фиксирующая жидкость – 9 % раствор уксусной кислоты), которые размещались в количестве 10 шт. на изучаемый участок.

Оценка альфа-разнообразия карабидокомплексов луговых биоценозов и моносообществ борщевика выполнялась с использованием индексов Симпсона (*D*) и Шеннона – Винера (*H'*). Для сравнения карабидокомплексов рассматриваемых биоценозов применен непараметрический тест ANOSIM (анализ сходств), предназначенный для сопоставления данных о таксонах в выборках [10], и анализ соответствия (CA) [11].

При описании структуры доминирования использовалась шкала Ренконена [12], предусматривающая выделение следующих групп: виды-доминанты (обилие свыше 5,00 %), субдоминанты (2,01–5,00 %), рецеденты (1,01–2,00 %) и субрецеденты (менее 1 %). Установление типов ареалов жуужелиц выполнялось на основе схемы Городкова [13] и классификации Солодовникова [14]. Для проведения ареалогического анализа использованы данные издания «Каталог палеарктических жуков» [15]. Типы жизненных форм и экологической приуроченности жуужелиц приведены согласно работам И. Х. Шаровой [16] и И. А. Солодовникова [14]. Определение и подтверждение определений видов жуужелиц осуществлял И. А. Солодовников (Витебский государственный университет имени П. М. Машерова), за что автор ему очень признательна.

Результаты и их обсуждение

В ходе проведенного исследования в изучаемых биоценозах был выявлен 51 вид жуужелиц из 25 родов, общий объем сборов – 1462 экз. (табл. 1 и 2).

Таблица 1

Видовой состав, обилие и зооценотическая характеристика карабидокомплексов участков луговых биоценозов (УК – без борщевика, УБ – засоренный борщевиком)

Table 1

Species composition, abundance and zoocenotic characteristics of ground beetle assemblages in meadow biocenosis (УК – plot without hogweed, УБ – plot with hogweed)

| Вид | Обилие, % | | Зооценотическая характеристика | | | |
|---|-----------|-------|--------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | УК | УБ | Ареал ¹ | ЖФ ² | БП ³ | ГП ⁴ |
| <i>Leistus terminatus</i> (Hellwig, 1793) | 0,75 | 1,98 | зцП | Ссп | Э | м |
| <i>Notiophilus palustris</i> (Duftschmid, 1812) | 1,62 | 3,19 | зцП | Сспп | Лс | м |
| <i>N. biguttatus</i> (Fabricius, 1779) | 0 | 0,15 | зП | Сспп | Лс | м |
| <i>Carabus granulatus</i> (Linnaeus, 1758) | 11,44 | 9,27 | ТП | Эпх | ЛсБн | мг |
| <i>C. cancellatus</i> (Illiger, 1798) | 16,92 | 17,63 | ЕС | Эпх | Э | м |
| <i>Cychrus caraboides</i> (Linnaeus, 1758) | 0,12 | 0 | ЕзС | Эпх | Лс | м |
| <i>Loricera pilicornis</i> (Fabricius, 1775) | 0,50 | 0,46 | Ц | Сспп | ЛсБн | г |
| <i>Clivina fossor</i> (Linnaeus, 1758) | 0,25 | 0,15 | Ц | Гр | Э | м |
| <i>Dyschiriodes globosus</i> (Herbst, 1784) | 0 | 0,15 | ТП | Гр | Э | мг |
| <i>Epaphius secalis</i> (Paykull, 1790) | 2,61 | 3,34 | зП | Ссп | Лс | м |
| <i>Asaphidion flavipes</i> (Linnaeus, 1761) | 0,62 | 0,61 | ЕКаз | Эпб | ЛсЛ | мг |
| <i>Bembidion lampros</i> (Herbst, 1784) | 0,37 | 0 | Ц | Сспп | ЛсЛ | мк |
| <i>B. biguttatum</i> (Fabricius, 1779) | 0,12 | 0 | зП | Сспп | ПрБ | г |
| <i>B. guttula</i> (Fabricius, 1792) | 0,25 | 0 | зцП | Сспп | ЛБ | г |
| <i>B. quadrimaculatum</i> (Linnaeus, 1761) | 0 | 0,30 | Ц | Сспп | Э | м |

Окончание табл. 1
Ending table 1

| Вид | Обилие, % | | Зооценоотическая характеристика | | | |
|--|-----------|-------|---------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | УК | УБ | Ареал ¹ | ЖФ ² | БП ³ | ГП ⁴ |
| <i>B. tenellum</i> (Erichson, 1837) | 0,25 | 0 | зцП | Сспп | Пр | г |
| <i>Patrobis atrorufus</i> (Ström, 1768) | 0,12 | 0,15 | зП | Ссп | ЛсБн | г |
| <i>Stomis pumicatus</i> (Panzer, 1796) | 0,50 | 1,06 | ЕК | Ссп | ЛсЛ | м |
| <i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758) | 0,12 | 0 | зцП | Сзпп | ЛП | м |
| <i>P. versicolor</i> (Sturm, 1824) | 4,35 | 3,04 | ТП | Сзпп | ЛП | м |
| <i>Pterostichus vernalis</i> (Panzer, 1796) | 3,48 | 2,28 | зцП | Сспп | ЛБ | мг |
| <i>P. oblongopunctatus</i> (Fabricius, 1787) | 0 | 0,61 | зП | Сзпп | Лс | м |
| <i>P. niger</i> (Schaller, 1783) | 31,22 | 18,69 | ТП | Сзпп | ЛсЛ | мг |
| <i>P. melanarius</i> (Illiger, 1798) | 14,43 | 16,87 | зП | Сзпп | ЛсЛ | м |
| <i>P. anthracinus</i> (Illiger, 1798) | 0,12 | 0,61 | ЕС | Сзпп | Пр | г |
| <i>P. minor</i> (Gyllenhal, 1827) | 0 | 0,15 | зП | Ссп | ПрБ | г |
| <i>P. nigrita</i> (Paykull, 1790) | 0 | 0,15 | ТП | Сзпп | Э | мг |
| <i>P. strenuus</i> (Panzer, 1797) | 1,37 | 3,04 | ТП | Ссп | Лс | мг |
| <i>Agonum gracilipes</i> (Duftschmid, 1812) | 0,12 | 0 | ТП | Сспп | ЛБ | г |
| <i>A. marginatum</i> (Linnaeus, 1758) | 0,12 | 0,15 | ЕК | Сспп | Пр | г |
| <i>A. fuliginosum</i> (Panzer, 1809) | 0,12 | 0,46 | ТП | Ссп | ЛБ | г |
| <i>A. thoreyi</i> (Dejean, 1828) | 0,12 | 0,61 | Ц | Ссп | ЛБ | г |
| <i>Platynus assimilis</i> (Paykull, 1790) | 0 | 1,52 | ТП | Ссп | ЛсБн | мк |
| <i>P. krynickii</i> (Sperk, 1835) | 0 | 0,46 | ЕС | Ссп | ЛсБн | г |
| <i>Anchomenus dorsalis</i> (Pontoppidan, 1763) | 0,62 | 1,98 | ТП | Сспп | ЛП | мг |
| <i>Oxypselaphus obscurus</i> (Herbst, 1784) | 0,50 | 3,50 | Ц | Ссп | ЛсЛ | г |
| <i>Amara communis</i> (Panzer, 1797) | 1,37 | 0,61 | ТП | Гг | ЛсЛ | м |
| <i>A. convexior</i> (Stephens, 1828) | 0,12 | 0,15 | ЕС | Гг | ЛП | м |
| <i>A. nitida</i> (Sturm, 1825) | 0,12 | 0 | ТП | Гг | ЛсЛ | мк |
| <i>A. aulica</i> (Panzer, 1797) | 0,37 | 0 | зцП | Гг | Л | мк |
| <i>A. gebleri</i> (Dejean, 1831) | 0,12 | 0,30 | ЕС | Гг | ЛсЛ | мк |
| <i>Bradycellus caucasicus</i> (Chaudoir, 1846) | 0 | 0,15 | зцП | Сбс | ЛсЛ | м |
| <i>Ophonus rufibarbis</i> (Fabricius, 1792) | 2,99 | 0,91 | зП | Схб | Л | м |
| <i>O. laticollis</i> (Mannerheim, 1825) | 0 | 1,22 | зП | Схб | ЛП | мк |
| <i>Harpalus latus</i> (Linnaeus, 1758) | 0 | 0,15 | ТП | Гг | Лс | м |
| <i>H. progrediens</i> (Schauberger, 1922) | 0 | 0,15 | ЕС | Гг | ЛП | м |
| <i>Panagaeus cruxmajor</i> (Linnaeus, 1758) | 0,12 | 0 | ЕС | Эпб | ПрЛ | г |
| <i>Oodes helopioides</i> (Fabricius, 1792) | 0,37 | 0,30 | зП | Сспп | ЛБ | г |
| <i>Badister bullatus</i> (Schrank, 1798) | 0 | 0,46 | ТП | Ссп | Л | м |
| <i>B. lacertosus</i> (Sturm, 1815) | 0,25 | 1,52 | ТП | Ссп | Лс | м |
| <i>B. sodalis</i> (Duftschmid, 1812) | 1,00 | 1,52 | зП | Ссп | ЛсБн | мг |

Примечание. ¹ – зоогеографическая характеристика (тип ареала): Ц – циркумареал, ТП – транспалеарктический, Е – европейский, К – кавказский, ЕКаз – евро-казахстанский, П – палеарктический, С – сибирский, з – западный, ц – центральный; ² – жизненная форма имаго: 1-й класс (зоофаги): Эпб – эпигеобионты бегающие, Эпх – эпигеобионты ходящие, Гр – геобионты роющие, Ссп – стратобионты-скважники подстилочные, Сспп – стратобионты-скважники поверхностно-подстилочные, Сзпп – стратобионты зарывающиеся подстилично-почвенные; 2-й класс (миксофитофаги): Гг – геохортобионты гарпалоидные, Схб – стратохортобионты, Сбс – стратобионты-скважники; ³ – биотопическая приуроченность: Б – болотный, Л – луговой, Лс – лесной, П – полевой, Пр – прибрежный, Э – эвритопный, н – низинный; ⁴ – отношение к влажности: г – гигрофил, мг – мезогигрофил, м – мезофил, мк – мезоксерофил, к – ксерофил.

Таблица 2

Основные параметры биоразнообразия карабидокомплексов
участков луговых биоценозов (УК – без борщевика, УБ – засоренный борщевиком)

Table 2

The main biodiversity parameters of ground beetle assemblages
in meadow biocenosis (УК – plot without hogweed, УБ – plot with hogweed)

| Параметры | УК | УБ |
|---|-------|-------|
| Число экземпляров | 804 | 658 |
| Число видов | 38 | 41 |
| Число видов, представленных 1–2 экз. | 17 | 14 |
| Относительное число видов (%), представленных 1–2 экз. | 44,74 | 34,15 |
| Число видов-доминантов (обилие свыше 5 %) | 4 | 4 |
| Относительное количество экземпляров (%) видов-доминантов (обилие свыше 5 %) | 74,00 | 62,46 |
| Индекс Шеннона – Винера (H') | 1,828 | 2,153 |
| Индекс Симпсона (D) | 0,232 | 0,161 |

Наибольшее число видов (41) зарегистрировано для участков биоценоза, засоренных борщевиком, в отсутствие засорения выявлено чуть меньшее количество видов (38). В обоих биоценозах отмечено преобладание по числу видов рода *Pterostichus* (УК – 5 видов, УБ – 8 видов). На участках без борщевика наибольшим видовым богатством характеризовались роды *Amara* (5 видов), *Bembidion* (4 вида), *Agonum* (4 вида). Только здесь обнаружены такие виды, как *Cychrus caraboides*, *Bembidion lampros*, *B. biguttatum*, *B. guttula*, *B. tenellum*, *Poecilus cupreus*, *Agonum gracilipes*, *Amara nitida*, *A. aulica*, *Pannagaeus cruxmajor*. Для участков биоценоза, засоренных борщевиком, отмечены следующие виды, не выявленные на незасоренных: *Notiophilus biguttatus*, *Dyschiriodes globosus*, *Bembidion quadrimaculatum*, *Pterostichus oblongopunctatus*, *P. minor*, *P. nigrita*, *Platynus assimilis*, *P. krynickii*, *Bradycellus caucasicus*, *Ophonus laticollis*, *Harpalus latus*, *H. progrediens*, *Badister bullatus*.

Количество экземпляров жуужелиц, коллектированных в биоценозе без борщевика (804 экз.), превышало количество экземпляров, собранных в биоценозе, засоренном борщевиком (658 экз.), причем почти половина выявленных видов была представлена 1–2 экз. (17 видов, 44,74 %), тогда как в биоценозе с засорением борщевиком доля видов, представленных 1–2 экз., составила лишь треть всех выявленных видов (14 видов, 34,15 %).

Видовое богатство карабидокомплексов сравниваемых биоценозов достоверно различалось (критерий Крускала – Уоллиса, $H = 5,06$; $p = 0,024$). Так, среднее видовое богатство выборок из биоценоза с засорением борщевиком ($13,53 \pm 0,72$) превосходило таковое у лугового биоценоза без борщевика ($10,60 \pm 0,97$) (рис. 1, а). Среднее значение числа экземпляров, наоборот, было выше в биоценозе без борщевика – ($53,60 \pm 7,14$) экз., чем в биоценозе, засоренном борщевиком, – ($43,87 \pm 3,28$) экз. (рис. 1, б).

Доминантами (обилие свыше 5 %) в луговом биоценозе без борщевика оказались такие виды, как *Pterostichus niger* (31,22 %), *P. melanarius* (14,43 %), *Carabus cancellatus* (16,92 %), *C. granulatus* (11,44 %). В данном биоценозе выявлены жуужелицы 8 групп жизненных форм. По числу видов преобладали стратобионты-скважники поверхностно-подстилочные (11 видов) и стратобионты-скважники подстилочные (10 видов). Остальные группы были представлены меньшим числом видов (рис. 2, а). Наибольшим относительным обилием отличалась группа стратобионтов зарывающихся подстильно-почвенных (50,19 %), несколько меньшую долю участия имели эпигеобионты ходящие (28,42 %). Остальные группы жизненных форм жуужелиц характеризовались малым обилием (0,25–7,82 %) (рис. 2, б).

В луговом биоценозе с засорением борщевиком доминировали те же виды жуужелиц, что и в биоценозе без борщевика: *Pterostichus niger* (18,69 %), *Carabus cancellatus* (17,63 %), *P. melanarius* (16,87 %), *C. granulatus* (9,27 %). Здесь отмечены жуужелицы 9 групп жизненных форм. По числу видов, так же как в биоценозе без борщевика, преобладали стратобионты-скважники подстилочные (14 видов) и стратобионты-скважники поверхностно-подстилочные (8 видов), остальные группы были представлены меньшим числом видов (см. рис. 2, а). Равно как и в биоценозе без борщевика, в биоценозе, засоренном борщевиком, наибольшее обилие (но с меньшей долей участия) отмечено для групп стратобионтов зарывающихся подстильно-почвенных (39,97 %) и эпигеобионтов ходящих (26,90 %), также высокой была доля стратобионтов-скважников подстилочных (19,76 %). Остальные группы характеризовались меньшим обилием (0,15–8,82 %) (см. рис. 2, б).

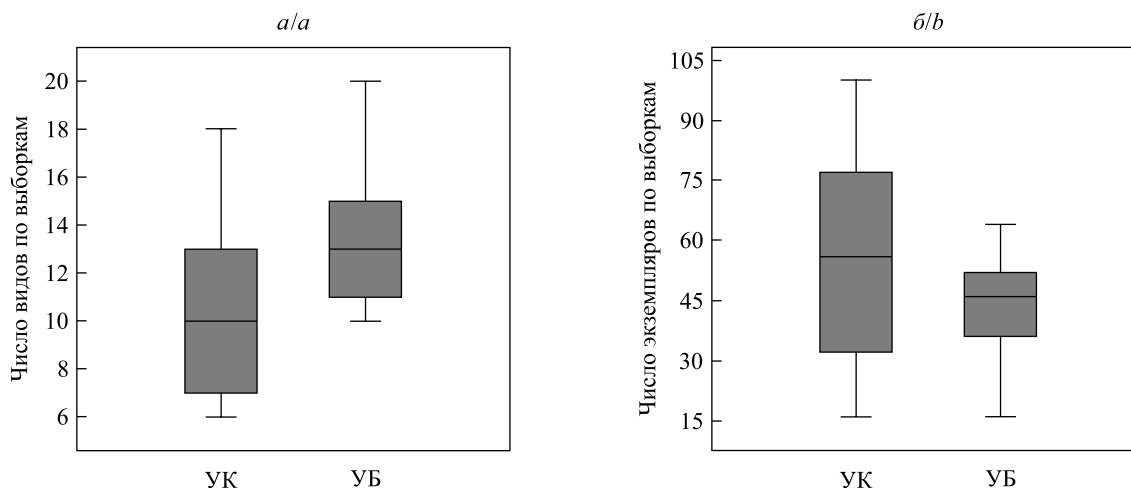


Рис. 1. Средние значения (\pm SE) видового богатства (а) и числа экземпляров (б) карабидокомплексов в биоценозах (УК – без борщевика, УБ – с засорением борщевиком)

Fig. 1. Means (\pm SE) of species richness (a) and numbers of individuals (b) of ground beetle assemblages in biocenosis (УК – without hogweed, УБ – with hogweed)

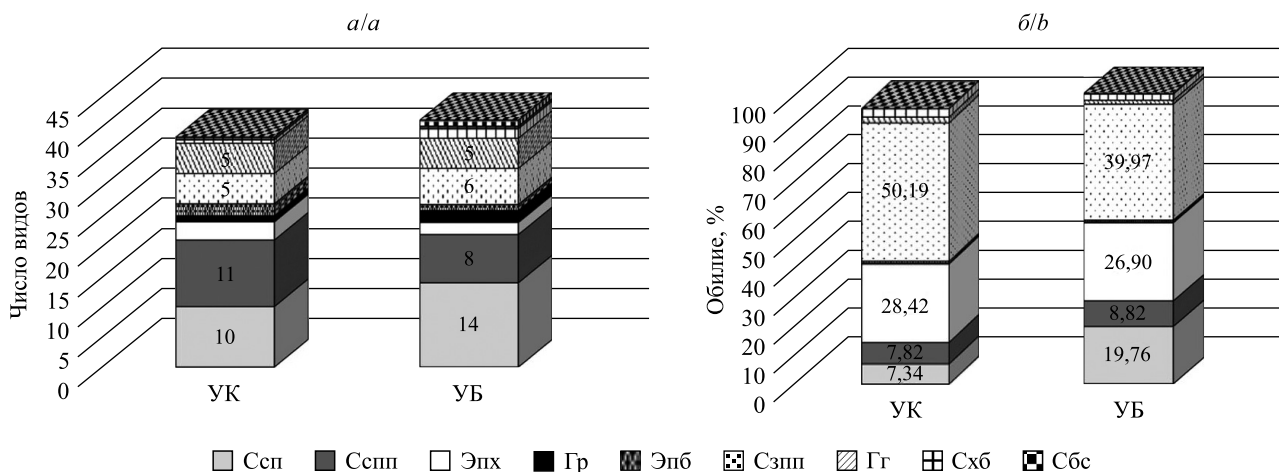


Рис. 2. Соотношение групп жизненных форм жуелиц по числу видов (а) и относительному обилию (б) в биоценозах (УК – без борщевика, УБ – с засорением борщевиком)

Fig. 2. The ratio of groups of life forms of ground beetles by the number of species (a) and relative abundance (b) in biocenosis (УК – without hogweed, УБ – with hogweed)

Согласно гигропреферентуму в биоценозе без борщевика по числу видов преобладали мезофилы (14 видов) и гигрофилы (13 видов), меньшим числом видов были представлены мезогигрофилы (7 видов) и мезоксерофилы (4 вида). Наибольшим обилием характеризовались мезофилы (46,35 %) и мезогигрофилы (49,69 %). В биоценозе с засорением борщевиком по числу видов преобладали мезофилы (19 видов), в меньшем количестве были представлены гигрофилы (10 видов), мезогигрофилы (9 видов) и мезоксерофилы (3 вида). Наибольшим обилием отличались мезофилы (52,44 %) и мезогигрофилы (37,69 %).

В биоценозе без борщевика больше всего выявлено лесолуговых видов (9), другие группы были представлены меньшим числом видов (рис. 3, а). По относительному обилию также преобладали лесолуговые виды (49,20 %), высокую долю участия имели эвритопные (17,90 %) и лесо-болотно-низинные (13,02 %) виды, тогда как остальные группы характеризовались малой долей участия (0,12–5,97 %) (рис. 3, б). В биоценозе, засоренном борщевиком, наибольшим являлось число лесолуговых видов (8), в чуть меньшем количестве были представлены лесные (7), эвритопные (6) и лесо-болотно-низинные (6) виды (см. рис. 3, а). По обилию также преобладали лесолуговые виды (41,79 %), высокой долей участия отличались эвритопные (20,40 %), лесо-болотно-низинные (13,38 %) и лесные (12,01 %) виды. Остальные группы имели меньшее обилие (0,76–6,38 %) (см. рис. 3, б).

В зоогеографической структуре биоценоза без борщевика как по числу, так и по обилию преобладали транспалеарктические виды (10 видов, 50,92 %), высокой была доля участия западнопалеарктических (5 видов, 21,37 %) и евро-сибирских (5 видов, 17,38 %) видов. В биоценозе, засоренном борщевиком, и по числу, и по обилию также преобладали транспалеарктические (13 видов, 41,03 %), западнопалеарктические (10 видов, 25,23 %) и евро-сибирские (6 видов, 19,03 %) виды.

Биоразнообразие карабидокомплексов (индекс Шеннона – Винера) достоверно различалось в сравниваемых биоценозах (критерий Крускала – Уоллиса, $H = 5,492$; $p = 0,019$). Для биоценоза с засорением борщевиком отмечено большее среднее значение индекса ($H' = 2,153 \pm 0,068$) по сравнению с луговым биоценозом без борщевика ($H' = 1,828 \pm 0,101$) (рис. 4, а).

Значение индекса доминирования Симпсона для биоценоза без борщевика ($D = 0,189 \pm 0,029$) превышало его величину для биоценоза с засорением борщевиком ($D = 0,145 \pm 0,013$) (рис. 4, б). Значения индекса Симпсона достоверно различались в биоценозах (критерий Крускала – Уоллиса, $H = 4,924$; $p = 0,026$).

Видовой состав карабидокомплексов в обоих биоценозах оказался довольно схожим (тест ANOSIM, $R = 0,056$; $p = 0,069$) (рис. 5), но тем не менее имеются некоторые отличия в составе экологических групп.

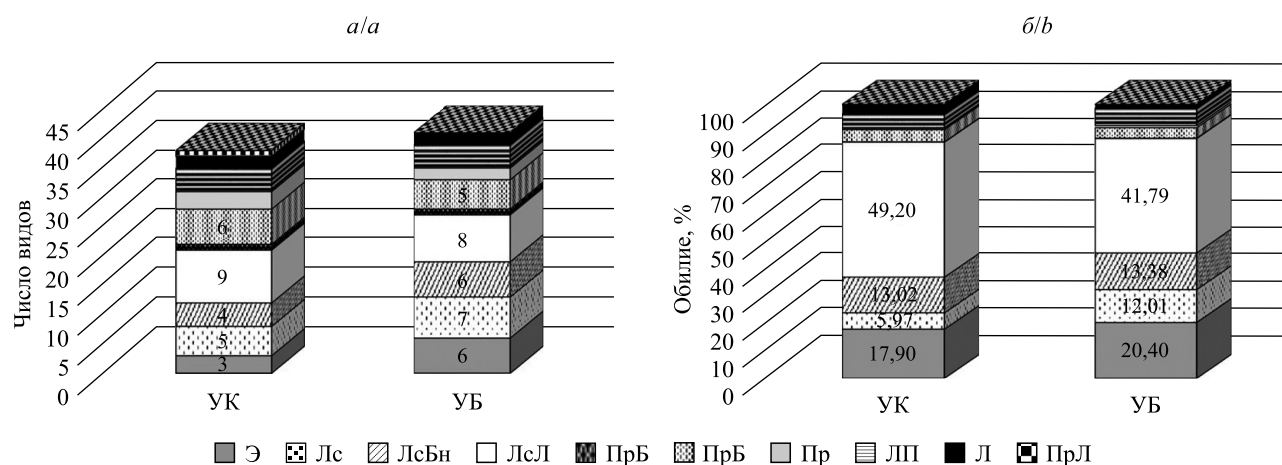


Рис. 3. Соотношение групп биотопической приуроченности жужелиц по числу видов (а) и относительному обилию (б) в биоценозах (УК – без борщевика, УБ – с засорением борщевиком)

Fig. 3. The ratio of groups of biotopic confinement of ground beetles by the number of species (a) and relative abundance (b) in biocenosis (УК – without hogweed, УБ – with hogweed)

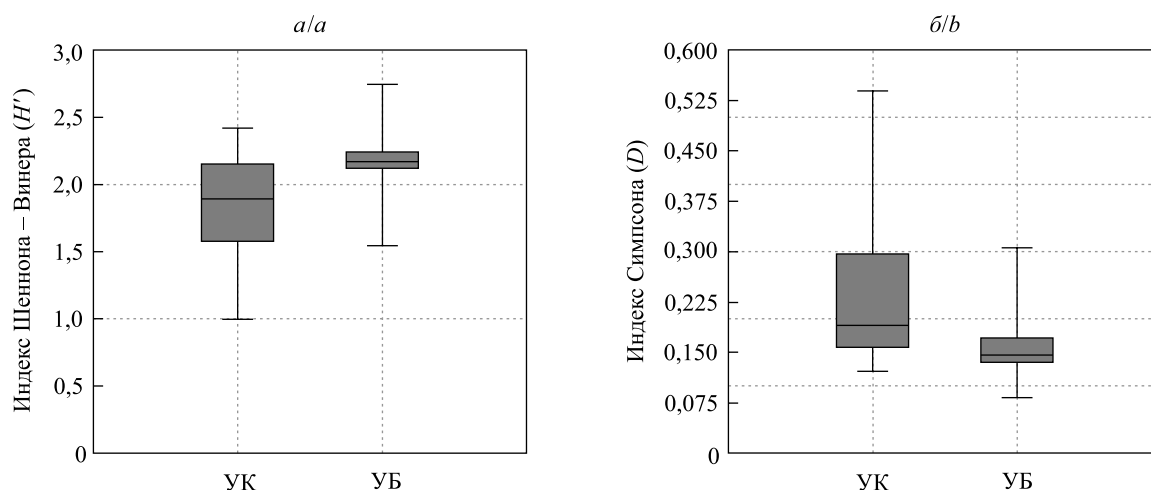


Рис. 4. Средние значения (\pm SE) индекса Шеннона – Винера (а), индекса доминирования Симпсона (б) карабидокомплексов в биоценозах (УК – без борщевика, УБ – с засорением борщевиком)

Fig. 4. Means (\pm SE) of the Shannon – Wiener index (a), Simpson dominance index (b) of ground beetle assemblages in biocenosis (УК – without hogweed, УБ – with hogweed)

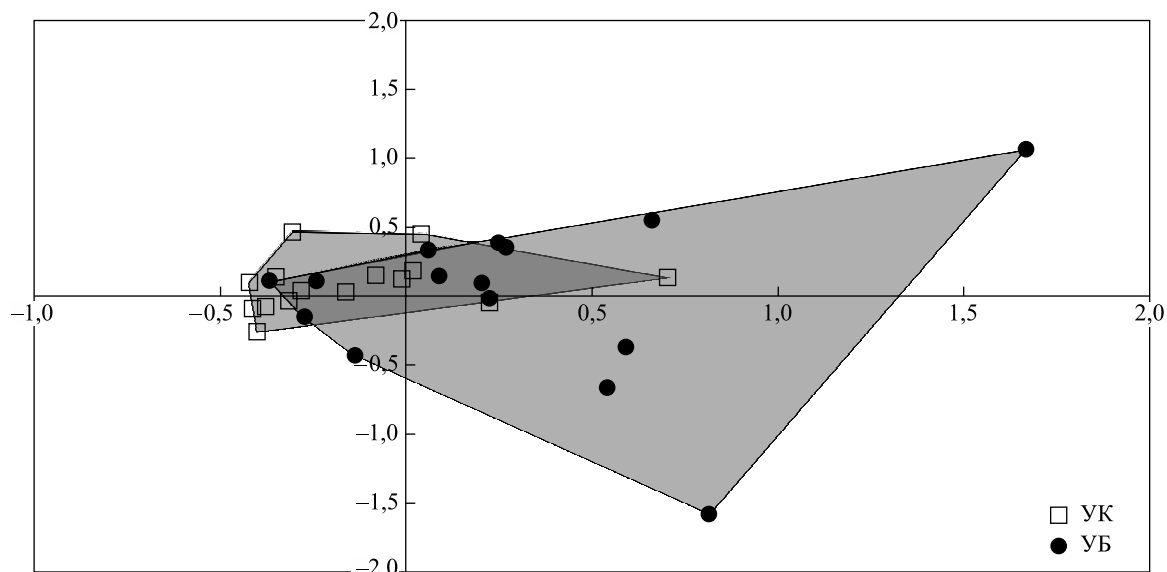


Рис. 5. Сходство видового состава карабидокомплексов в биоценозах (УК – без борщевика, УБ – с засорением борщевиком)

Fig. 5. The similarity of species composition of ground beetle assemblages in biocenosis (УК – without hogweed, УБ – with hogweed)

В частности, в составе карабидокомплекса биоценоза с засорением борщевиком по обилию преобладают стратобионты-скважники (28,57 %) за счет присутствия видов-субдоминантов: *Eraphius secalis*, *Oxypselaphus obscurus*, *Notiophilus palustris*, *Pterostichus strenuus*, *P. vernalis*. Представители этой группы обитают в верхнем рыхлом слое почвы, скважинах и трещинах в почве, подстилке из растительного опада [16], доля их участия в луговом биоценозе без борщевика была меньшей (15,16 %). Отмечены более высокие значения видового богатства (19 видов) и обилия (52,44 %) в составе карабидокомплексов группы мезофилов (предпочитают среду обитания с умеренной влажностью почвы) в биоценозе с засорением борщевиком по сравнению с луговым биоценозом без борщевика. Преобладание мезофилов в биоценозе, засоренном борщевиком, обусловлено присутствием видов доминантов и субдоминантов: *Carabus cancellatus*, *Pterostichus melanarius*, *Notiophilus palustris*, *Eraphius secalis*, *Poecilus versicolor*. Для данного биоценоза отмечена более низкая доля участия мезогигрофилов (37,69 %), предпочитающих влажноватые местообитания [17], чем для лугового биоценоза без борщевика. В биоценозе с засорением борщевиком выявлено больше эвритопных (6 видов, 20,37 %) и лесных (7 видов, 12,01 %) видов по сравнению с комплексом незасоренных участков лугового биоценоза. Для карабидокомплексов моносообществ борщевика отмечена более низкая доля участия лесолуговых (8 видов, 41,79 %) и луговых (3 вида, 1,37 %) видов, чем для незасоренных участков лугового биоценоза.

Заключение

В результате проведенного в 2018 г. исследования установлен видовой состав карабидокомплексов участков луговых биоценозов с засорением (41 вид) и без засорения (контроль) (38 видов) борщевиком Сосновского в условиях Ушачского района Витебской области (Белорусское Поозерье). Только в составе карабидокомплексов зарослей инвазивного борщевика отмечены *Notiophilus biguttatus*, *Dyschiriodes globosus*, *Bembidion quadrimaculatum*, *Pterostichus oblongopunctatus*, *P. minor*, *P. nigrita*, *Platynus assimilis*, *P. krynickii*, *Bradycellus caucasicus*, *Ophonus laticollis*, *Harpalus latus*, *H. progrediens*, *Badister bullatus*.

Видовое богатство карабидокомплексов участков биоценоза с засорением борщевиком ($13,53 \pm 0,72$) превышало видовое богатство участков лугового биоценоза без зарослей инвайдера ($10,60 \pm 0,97$). Биоразнообразию (индекс Шеннона – Винера) карабидокомплексов биоценоза с засорением борщевиком ($H' = 2,153 \pm 0,068$) также превосходило биоразнообразие карабидокомплексов лугового биоценоза без борщевика ($H' = 1,828 \pm 0,101$).

В составе карабидокомплексов участков с зарослями инвазивного борщевика отмечено доминирование стратобионтов-скважников (относительное обилие – 28,57 %), мезофилов (19 видов, 52,44 %), эвритопных (6 видов, 20,37 %) и лесных (7 видов, 12,01 %) видов, при этом в луговом биоценозе без засорения борщевиком доля участия этих групп была ниже. В биоценозе, засоренном борщевиком, выявлена более низкая доля участия в составе карабидокомплексов мезогигрофилов (37,69 %), лесолуговых (8 видов, 41,79 %) и луговых (3 вида, 1,37 %) видов, чем в луговом биоценозе без борщевика.

Библиографические ссылки

- Jahodová Š, Trybush S, Pyšek P, Wade M, Karp A. Invasive species of *Heracleum* in Europe: an insight into genetic relationships and invasion history. *Diversity and Distributions*. 2007;13(1):99–114. DOI: 10.1111/j.1366-9516.2006.00305.x.
- Ламан НА, Прохоров ВН, Масловский ОМ. *Гигантские борщевики – опасные инвазивные виды для природных комплексов и населения Беларуси*. Парфенов ВИ, редактор. Минск: Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси; 2009. 40 с.
- Есипенко ЛП. Биологические инвазии как глобальная экологическая проблема Юга России. *Юг России: экология, развитие*. 2012;7(4):21–25. DOI: 10.18470/1992-1098-2012-4-21-25.
- Товстик ЕВ, Широких АА, Широких ИГ. Микробиологическое состояние почв под инвазивными зарослями борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi*). *Вестник современных исследований*. 2018;2.2:5–8.
- Высоцкий ЮИ. Анализ инвазии борщевика на территории Лиозненского района Витебской области. *Вестник Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта*. 2017;4:48–53.
- Высоцкий ЮИ. Анализ распространения инвазии борщевика на территории Оршанского района Витебской области. *Вестник Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта*. 2019;2:28–35.
- Lövei GL, Sunderland KD. Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annual Review of Entomology*. 1996;41:231–256. DOI: 10.1146/annurev.en.41.010196.001311.
- Hartley DJ, Koivula MJ, Spence JR, Pelletier R, Ball GE. Effects of urbanization on ground beetle assemblages (Coleoptera, Carabidae) of grassland habitats in western Canada. *Ecography*. 2007;30(5):673–684. DOI: 10.1111/j.2007.0906-7590.05199.x.
- Sushko G. Spatial distribution of epigeic beetles (Insecta, Coleoptera) in the «Yelnia» peat bog. *Baltic Journal of Coleopterology*. 2014;14(2):151–161.
- Clarke KR. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*. 1993;18(1):117–143. DOI: 10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x.
- Legendre P, Legendre L. *Numerical ecology*. 2nd edition. Amsterdam: Elsevier; 1998. 853 p.
- Renkonen O. Statisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. *Annales Zoologici Societatis Zoologicae-Botanicae Fennicae Vanamo*. 1938;6:1–231.
- Городков КБ. Типы ареалов насекомых тундры и лесных зон европейской части СССР. В: *Ареалы насекомых европейской части СССР. Карты 179–221*. Ленинград: Наука; 1984. с. 3–20.
- Солодовников ИА. *Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) Белорусского Поозерья. С каталогом видов жужелиц Беларуси и сопредельных государств*. Витебск: ВГУ им. П. М. Машерова; 2008. 325 с.
- Löbl I, Löbl D, editors. *Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume 1. Archostemata – Myxophaga – Adephaga*. Revised and updated edition. Leiden: Brill; 2017. XXXIV, 1443 p.
- Шарова ИХ. *Жизненные формы жужелиц (Coleoptera, Carabidae)*. Москва: Наука; 1981. 360 с.
- Бельгард АЛ. *Степное лесоведение*. Москва: Лесная промышленность; 1971. 336 с.

References

- Jahodová Š, Trybush S, Pyšek P, Wade M, Karp A. Invasive species of *Heracleum* in Europe: an insight into genetic relationships and invasion history. *Diversity and Distributions*. 2007;13(1):99–114. DOI: 10.1111/j.1366-9516.2006.00305.x.
- Laman NA, Prokhorov VN, Maslovskii OM. *Gigantskie borshcheviki – opasnye invazivnye vidy dlya prirodnykh kompleksov i nasele-niya Belarusi* [Giant hogweed – dangerous invasive species for natural complexes and the population of Belarus]. Parfenov VI, editor. Minsk: Institute of Experimental Botany named after V. F. Kuprevich of the National Academy of Sciences of Belarus; 2009. 40 p. Russian.
- Esipenko LP. [Biological invasions as a global environmental problem in the South of Russia]. *The South of Russia: ecology, development*. 2012;7(4):21–25. Russian. DOI: 10.18470/1992-1098-2012-4-21-25.
- Tovstik EV, Shirokikh AA, Shirokikh IG. [Microbiological condition of soils under invasive thickets of Sosnowski hogweed (*Heracleum sosnowskyi*)]. *Vestnik sovremennykh issledovaniy*. 2018;2.2:5–8. Russian.
- Vysotski Yul. Analysis of cow-bream invasion on the territory of Liozno District of Vitebsk Region. *Vesnik Vicebskaga dzjarzhavnaga wniwersitjeta*. 2017;4:48–53. Russian.
- Vysotski Yul. Analysis of the spread of hogweed invasion on the territory of Orsha District of Vitebsk Region. *Vesnik Vicebskaga dzjarzhavnaga wniwersitjeta*. 2019;2:28–35. Russian.
- Lövei GL, Sunderland KD. Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annual Review of Entomology*. 1996;41:231–256. DOI: 10.1146/annurev.en.41.010196.001311.
- Hartley DJ, Koivula MJ, Spence JR, Pelletier R, Ball GE. Effects of urbanization on ground beetle assemblages (Coleoptera, Carabidae) of grassland habitats in western Canada. *Ecography*. 2007;30(5):673–684. DOI: 10.1111/j.2007.0906-7590.05199.x.
- Sushko G. Spatial distribution of epigeic beetles (Insecta, Coleoptera) in the «Yelnia» peat bog. *Baltic Journal of Coleopterology*. 2014;14(2):151–161.
- Clarke KR. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*. 1993;18(1):117–143. DOI: 10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x.
- Legendre P, Legendre L. *Numerical ecology*. 2nd edition. Amsterdam: Elsevier; 1998. 853 p.
- Renkonen O. Statisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. *Annales Zoologici Societatis Zoologicae-Botanicae Fennicae Vanamo*. 1938;6:1–231.
- Gorodkov KB. Ranges types of insects of tundra and forests zones of European part of USSR. In: *Arealy nasekomykh evropeiskoi chasti SSSR. Karty 179–221* [Insect habitats of the European part of the USSR. Maps 179–221]. Leningrad: Nauka; 1984. p. 3–20. Russian.
- Solodovnikov IA. *Zhuzhelitsy (Coleoptera, Sarabidae) Belorusskogo Poozer'ya. S katalogom vidov zhuzhelitsy Belarusi i sopredel'nykh gosudarstv* [Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of the Belarusian Lake District. With a catalog of species of ground beetles of Belarus and neighboring states]. Vitebsk: Vitebsk State University named after P. M. Masherov; 2008. 325 p. Russian.
- Löbl I, Löbl D, editors. *Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume 1. Archostemata – Myxophaga – Adephaga*. Revised and updated edition. Leiden: Brill; 2017. XXXIV, 1443 p.
- Sharova ICh. *Life forms of carabids (Coleoptera, Carabidae)*. Moscow: Nauka; 1981. 360 p. Russian.
- Bel'gard AL. *Stepnoe lesovedenie* [Steppe forestry]. Moscow: Lesnaya promyshlennost'; 1971. 336 p. Russian.