

УДК 595.763(476.5)

Видовой состав мирмекофильных жесткокрылых в гнездах *Formica rufa* L. (Insecta, Coleoptera) Белорусского Поозерья

И.А. Солодовников, Е.С. Плискевич

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

Изучение ряда вопросов о взаимном влиянии мирмекофильных жесткокрылых и муравьев, а также установление видового состава мирмекофилов имеют большую как практическую, так и теоретическую значимость.

Цель исследования – изучение сообществ мирмекофильных жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) в гнездах *F. rufa* на территории Белорусского Поозерья.

Материал и методы. Использовались стандартные методы почвенной зоологии. В статье представлены данные, полученные в ходе изучения видового состава мирмекофильных жесткокрылых на территории Белорусского Поозерья. В исследовании применялся метод почвенных ловушек и производился анализ проб строительного материала гнезд.

Результаты и их обсуждение. В течение 2000–2012 гг. было собрано 1907 экземпляров жесткокрылых, из них 1639 экземпляров мирмекофильных жесткокрылых. За весь период проанализировано 48 гнезд. Доминирующее место по численности и количеству видов принадлежит семейству Staphylinidae – 654 экземпляров 42 видов, Carabidae – 137 экземпляров 20 видов, Ptiliidae – 122 экземпляра 4 видов, Scydmaenidae – 47 экземпляров 7 видов.

Результаты сравнения индексов видового разнообразия Сенненского и Витебского районов показали, что видовое разнообразие обоих районов близко к среднему значению, однако индекс видового разнообразия жесткокрылых в гнездах рыжеего лесного муравья на территории Сенненского района выше, чем на территории Витебского района. Выравниенность по обилию видов в обоих районах довольно низкая, что подтверждается численным доминированием нескольких видов (*Myrmecichneumon subterraneus*, *Monotoma angusticollis*, *Pella humeralis*, *Ptilium myrmecophilum*). При этом виды-доминанты для обоих районов различны.

Заключение. Можно предположить, что видовой состав мирмекофильных жесткокрылых зависит не только от вида муравья-хозяина, но и от биоценоза в целом.

Ключевые слова: Carabidae, Ptiliidae, Scydmaenidae, Staphylinidae, мирмекофилы, Белорусское Поозерье, Республика Беларусь.

Myrmecophilous Coleoptera species composition ant *Formica rufa* in Belarus Lakeland

I.A. Solodovnikov, E.S. Pliskevich

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

The study of a number of issues concerning the mutual influence myrmecophilous beetles and ants, establishing the species composition of myrmecophilous beetles has a large practical and theoretical significance.

The purpose is learning communities myrmecophilous beetles (Insecta: Coleoptera) in the nests of *F. rufa* in the Belarusian Lakeland.

Material and methods. The standard methods of soil zoology are used. The data are presented in this article from the study of the species composition of beetles myrmecophilous in Belarus Lakeland. Ant-nest debris and soil traps are used in the study of species composition.

Discussion of the results. There were collected 1907 specimens Coleoptera during 2000–2012. Number of beetles myrmecophilous was composed 1639 specimens. Over the entire period were analyzed 48 ant-nest mounds. Dominant position of the quantity and the number of species belongs to the family Staphylinidae – 654 specimens of the 42 species, Carabidae – 137 specimens of the 20 species, Ptiliidae – 4 species of 122 specimens, Scydmaenidae – 47 specimens of the 7 species.

Results comparing species diversity indexes Senno and Vitebsk districts showed that the species diversity in both districts close to the mean, but the index of species diversity of beetles in the nests of red wood ants in the territory Senno district is higher than the territory of the Vitebsk district. Uniformity on the abundance of species in both areas is quite low, which is confirmed by numerical dominance of a few species (*Myrmecichneumon subterraneus*, *Monotoma angusticollis*, *Pella humeralis*, *Ptilium myrmecophilum*). In this case, the dominant species in both districts are different.

Conclusion. It can be assumed that the species composition myrmecophilous beetles depend not only on the type of host-ant, but also on the whole biocenose.

Key words: Carabidae, Ptiliidae, Scydmaenidae, Staphylinidae, myrmecophilous beetles, Belarus Lake Lands (Belarusian Poozerie), Republic of Belarus.

В природе помимо очевидных взаимодействий, таких, как хищник–жертва, хозяин–паразит, существует ряд взаимоотношений, основанных на более сложных механизмах сосуществования. Мирмекофилия как частный пример мутуализма дает все основания полагать, что взаимодействия организмов имеют сложную структуру, которая в процессе эволюции реализовалась в группу узкоспециализированных взаимоотношений организмов. Выявлять подобные типы взаимоотношений целесообразно на примере организмов, имеющих общественный образ жизни (в частности социальные насекомые как пример эволюции высокоспециализированных взаимоотношений).

Термин «мирмекофилия» (от греч. *mŷrmēx* – муравей и *philia* – любовь, склонность) используется при упоминании организмов (мирмекофилов), обитающих совместно с муравьями, в результате такого сожительства формируется сложная структура межвидовых взаимодействий. Такой способ сосуществования дает возможность мирмекофилам избежать межвидовой конкуренции, и, как следствие, возникает высокое видовое разнообразие мирмекофилов в пределах одной колонии муравьев.

Не возникает сомнений, что муравьи в качестве хищников способны уничтожать массово размножающихся хвое-листогрызущих вредителей, это объясняется явлением реактивности муравьев на пищу, по данным Г.М. Длусского (1967). Наряду с применением химических методов борьбы, эффективным является метод искусственного расселения именно рыжего лесного муравья как способ предотвращения всплеск размножения хвое-листогрызущих вредителей. Однако при наличии в гнездах муравьев мирмекофильных жесткокрылых рода *Lomechusoides* Fabricius, 1775 защита леса вышеуказанным методом малоэффективна, так как приводит к дальнейшей гибели колонии. Следовательно, изучение ряда вопросов о взаимном влиянии мирмекофильных жесткокрылых и муравьев, а также установление видового состава мирмекофилов имеют большую как практическую, так и теоретическую значимость для понимания основных законов взаимоотношений организмов в биологии. Необходимость в знаниях подобного рода не ставится под сомнение, по причине практического использования теоретических сведений по вопросам мирмеко-

филии не только в хозяйственной деятельности человека, но и в исследовании проблематики поддержания стабильного видового состава биоценоза и, как следствие, сохранения его устойчивости.

Цель исследования – изучение сообществ мирмекофильных жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) в гнездах *F. rufa* на территории Белорусского Поозерья.

Материал и методы. Большая протяженность крупных массивов хвойных лесов, присутствие значительного количества озер, верховых болот и рек, располагающихся на территории 17 геоморфологических районов, формируют ряд уникальных экосистем, входящих в состав северной части Республики Беларусь (Белорусское Поозерье). Растительный покров представлен лесными, луговыми, болотными, кустарниковыми и водными фитоценозами. Структура лесов региона показывает, что преобладающее положение в структуре формаций занимают хвойные леса (59,6%), представленные сосновыми (38,7%) и еловыми (20,9%) лесами [1]. Геоботаническая структура Белорусского Поозерья положительно сказывается на распространении рыжего лесного муравья *F. rufa*, предпочитающего хвойные, лиственные и смешанные леса в качестве типичной среды обитания. Для *F. rufa* характерно явление поликалии (обитание одной семьи в нескольких взаимосвязанных гнездах), однако чаще встречаются одиночные семьи с возрастом до 20 лет, что обусловлено сроком существования самки.

При использовании методов в изучении фауны мирмекофилов учитывались биологические особенности *F. rufa*, в частности сезонная активность. Одним из методов определения сообществ мирмекофилов является изучение проб, строительного материала купола муравейника путем просева субстрата муравейника через геологические сита. Объем взятых проб (1–2 дм³ строительного материала купола) после выборки мирмекофильных жесткокрылых возвращается на купол муравейника. Данный метод целесообразно применять в осенне-ранневесенний период по причине низкой активности муравьев вследствие нахождения их в стадии анабиоза. Наибольшая концентрация мирмекофильных жесткокрылых в гнездах муравьев приурочена именно к осенне-зимнему периоду, что делает метод просева субстрата муравейника наиболее эффективным. Большая часть материала фауны мирмекофилов была собрана вышеописанным методом, так как

при его использовании нанесение ущерба биоценозу минимально.

Применение метода почвенных ловушек (в качестве фиксирующей жидкости использовалась 9% уксусная кислота) [2] дает возможность определить видовой состав и динамику численности мирмекофильных жесткокрылых в гнездах *F. rufa* наиболее точно. Размещение ловушек непосредственно в куполе муравейника или рядом с ним обеспечивает высокий процент выявления мирмекофилов. Недостатком данного метода является присутствие большого количества случайных видов в составе собранного материала.

В ходе установления видового состава мирмекофильных жесткокрылых Белорусского Поозерья были проанализированы данные, полученные путем анализа проб строительного материала 48 гнезд в период с 2000 по 2012 год. Причем количество обработанных муравейников за 2000 год составило 20, за 2010 – 3 гнезда, 2011 и 2012 гг. соответствуют количества 16 и 10 гнезд. На территории Сенненского района было проанализировано 17 гнезд (№ 1–17), Витебского – 20 (№ 18–38), Полоцкого – 5 (№ 39–43), Верхнедвинского – 2 (№ 44, 45), Лиозненского – 2 (№ 46, 47), Ушачского – 1 (№ 48).

При установлении структуры доминирования в сообществах мирмекофильных жесткокрылых применялась шкала [3] с изменениями. Согласно данной шкале виды подразделяются на несколько групп: эудоминанты – виды с обилием выше 20%, доминанты – виды с обилием от 5% до 20%; субдоминанты – виды с обилием от 2 до 5%; рецеденты – виды с обилием от 1 до 2%; субрецеденты – виды с обилием ниже 1%.

Для проведения частного анализа, позволяющего выявить существенные связи между сообществами мирмекофильных жесткокрылых, широко использовался кластерный анализ [4]. Матрица подвергалась иерархическому неперекрывающемуся объединительному кластерному анализу с минимизацией внутригрупповой дисперсии. По результатам была построена дендрограмма, графически представляющая систему иерархической классификации. Выделение скопленных объектов и построение дендрограммы проходило по методу среднего присоединения и с использованием минимизации внутригрупповой дисперсии [5].

При составлении списка видов были применены таксономические и номенклатурные данные Н. Silfverberg [6–8] и О.Л. Kryzhanovskij et al. [9] с изменениями, а также вышедших шести томов КATALOGA ЖЕСТКОКРЫЛЫХ ПАЛЕАРКТИКИ. ПОРЯ-

док расположения семейств и уточнение авторов взяты из недавно опубликованной коллективной работы Bouchard et al. [10], с комментариями А.Л. Лобанова от 27.10.2011 [11].

Авторы выражают искреннюю благодарность В.М. Коцуру (ВГУ, г. Витебск) за постоянную помощь в исследованиях и совместные экспедиции по территории Витебской области. Неоценимую помощь в детерминации и подтверждении определений некоторых видов оказали О.Р. Александрович (Slupsk, Poland), Н.Б. Никитский, Ю.Г. Любарский (г. Москва, Зоомузей МГУ им. М.В. Ломоносова), С.А. Курбатов (Всероссийский центр карантина растений, Московская область, пос. Быково), В.Б. Семенов (г. Москва, Институт медицинской паразитологии и тропической медицины им. Е.И. Марциновского), В.А. Цинкевич (г. Минск, БГПУ), С.В. Салук (г. Минск), Dr. M. Sörensson (Department of Zoology, Lund, Sweden), за что авторы им очень признательны.

Результаты и их обсуждение. Общее число обнаруженных жесткокрылых за весь период исследования составило 1907 экземпляров 119 видов. Доминирующее место по численности и количеству видов принадлежит семейству Staphylinidae – 754 экземпляров 42 видов, Carabidae – 137 экземпляров 20 видов, Ptiliidae – 122 экземпляра 4 видов, Scydmaenidae – 47 экземпляров 7 видов. Причем мирмекофильных жесткокрылых обнаружено 1639 экземпляров, относящихся к 47 видам из 13 семейств.

CARABIDAE Latreille, 1802

Carabus glabratus Paykull, 1790 – обнаружено по 1 экз. в муравейниках № 1 и 8. *Eraphius secalis* Paykull, 1790 – обнаружен 1 экз. в муравейнике № 1. *Poecilus versicolor* Sturm, 1824 – обнаружено 6 экз. в муравейниках № 1, 4, 8, 9. *Pterostichus strenuus* Panzer, 1797 – обнаружено 7 экз. в муравейниках № 3, 7, 22. *Calathus melanocephalus* Linnaeus, 1758 – обнаружены 6 и 1 экз. в муравейниках № 1, 4. *Calathus micropterus* Duftschmid, 1812 – выявлены 1 и 2 экз. в муравейниках № 3, 22. *Synuchus vivalis* Panzer, 1797 – обнаружено по 1 экз. в муравейниках № 3, 8. *Amara communis* Panzer, 1797 – выявлено по 1 экз. в муравейниках № 1, 3. *Amara famelica* Zimmermann, 1832 – обнаружено 2 экз. в муравейнике № 1. *Amara lunicollis* Schödtte, 1837 – выявлен 1 экз. в муравейнике № 6. *Amara brunnea* Gyllenhal, 1810 – обнаружен 1 экз. в муравейнике № 1. *Amara fulva* De Geer, 1774 – выявлено 82 экз. в муравейниках № 8, 37, 47. *Amara majuscula* Chaudoir, 1850 – обнаружено 3 экз.

в муравейнике № 6. *Amara equestris* Duftschmid, 1812 – выявлен 1 экз. в муравейнике № 6. *Anisodactylus binotatus* Fabricius, 1792 – обнаружено по 1 экз. в муравейниках № 1, 3. *Harpalus rufipes* De Geer, 1774 – выявлены 3 и 2 экз. в муравейниках № 8, 9. *Harpalus tardus* Panzer, 1797 – обнаружен 1 экз. в муравейнике № 2. *Badister bullatus* Schrank, 1798 – выявлены 1 и 2 экз. в муравейниках № 1, 4. *Badister lacertosus* Sturm, 1815 – обнаружено 2 экз. в муравейнике № 4. *Syntomus truncatellus* Linnaeus, 1761 – выявлено 4 экз. в муравейниках № 1, 4, 43.

HISTERIDAE Gyllenhal, 1808

Acritus minutus Herbst, 1792 – обнаружен 1 экз. в муравейнике № 18. *Myrmetes piceus* Kanaar, 1979 – выявлено 7 экз. в муравейниках № 15, 20, 35, 36, 47. *Dendrophilus pygmaeus* Linnaeus, 1758 – выявлено 36 экз. в муравейниках № 1, 5, 6, 9, 10, 16, 22, 28, 44. *Hetaerus ferrugineus* Olivier, 1759 – выявлены 1 и 3 экз. в муравейниках № 6, 23.

PTILIPIDAE Erichson, 1845/Motschulsky, 1845

Ptenidium formicetorum Kraatz, 1851 – обнаружено 12 экз. в муравейниках № 1, 15, 35, 37. *Ptilium myrmecophilum* Allibert, 1844 – выявлено 97 экз. в муравейниках № 1, 15, 21, 23, 26, 29, 37. *Acrotichis montandoni* Allibert, 1844 – обнаружено по 1 экз. в муравейниках № 26, 29. *Acrotichis* sp. – выявлено 11 экз. в муравейнике № 16.

LEIODIDAE Fleming, 1821

Anisotoma glabra Kugelann, 1794 – обнаружен 1 экз. в муравейнике № 10.

SCYDMAENIDAE Leach, 1815

Neuraphes angulatus P.W.J. Müller et Kuntze, 1822 – обнаружен 1 экз. в муравейнике № 30. *Neuraphes elongatulus* P.W.J. Müller et Kuntze, 1822 – выявлено 2 экз. в муравейнике № 30. *Stenichnus bicolor* Denny, 1825 – обнаружен 1 экз. в муравейнике № 22. *Stenichnus godarti* Latreille, 1806 – выявлено 11 экз. в муравейниках № 13, 14, 32, 46. *Euconnus maklinii* Mannerheim, 1844 – выявлено 26 экз. в муравейниках № 1, 2, 4, 6, 13, 14, 17. *Euconnus claviger* P.W.J. Müller et Kuntze, 1822 – обнаружено 6 экз. в муравейниках № 18, 29. *Scydmaenus hellwigii* Herbst, 1792 – выявлено 64 экз. в муравейниках № 1, 4, 6, 13, 14, 16, 17, 18, 21, 29, 37, 39, 42, 43.

SILPHIDAE Latreille, 1807

Silpha tristis Illiger, 1798 – 1 экз. обнаружен в муравейнике № 7.

STAPHYLINIDAE Latreille, 1802

Gabrieus osseticus Kolenati, 1846 – выявлены 1 и 2 экз. в муравейниках № 1, 26. *Staphylinus erythropterus* Linnaeus, 1758 – обнаружено 2 экз. в муравейнике № 8. *Ocupus nero* Faldermann, 1835 – обнаружен 1 экз. в муравейнике № 4. *Ocupus*

opthalmicus Scopoli, 1763 – выявлен 1 экз. в муравейнике № 4. *Quedius molochinus* Gravenhorst, 1806 – обнаружен 1 экз. в муравейнике № 3. *Quedius brevis* Erichson, 1840 – выявлено 12 экз. в муравейниках № 1, 4, 6, 8, 16, 43. *Leptacinus formicetorum* Märkel, 1841 – обнаружено 92 экз. в муравейниках № 1, 4, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 27, 28, 29, 30, 48. *Gyrophypnus atratus* Heer, 1839 – выявлено 17 экз. в муравейниках № 2, 15, 16, 21, 29, 30, 37, 42, 43. *Gyrophypnus* sp. – обнаружено 2 экз. в муравейнике № 1. *Xantholinus* sp. – выявлено 5 экз. в муравейниках № 3, 4, 9. *Xantholinus tricolor* Fabricius, 1787 – обнаружено 4 экз. в муравейниках № 1, 3, 10. *Lithocharis nigriceps* Kraatz, 1859 – выявлено 28 экз. в муравейнике № 29. *Stenus clavicornis* Scopoli, 1763 – обнаружено 12 экз. в муравейниках № 1, 3, 6, 8. *Stenus lustrator* Erichson, 1839 – выявлен 1 экз. в муравейнике № 6. *Stenus canaliculatus* Gyllenhal, 1827 – обнаружено 2 экз. в муравейнике № 4. *Stenus aterrimus* Erichson, 1839 – выявлено 2 экз. в муравейнике № 47. *Ischosoma splendidum* Gravenhorst, 1806 – обнаружен 1 экз. в муравейнике № 6. *Lordithon lunulatus* Linnaeus, 1761 – выявлен 1 экз. в муравейнике № 3. *Sepedophilus immaculatus* Stephens, 1802 – обнаружено 2 экз. в муравейнике № 3. *Sepedophilus marshami* Stephens, 1832 – выявлено по 1 экз. в муравейниках № 2, 31, 39, 43. *Sepedophilus testaceus* Fabricius, 1792 – обнаружено по 1 экз. в муравейниках № 15, 40. *Tachyporus chrysomelinus* Linnaeus, 1758 – выявлено 2 экз. в муравейнике № 1. *Oxytelus rugosus* Fabricius, 1775 – обнаружен 1 экз. в муравейнике № 29. *Tachyporus nitidulus* Fabricius, 1781 – выявлено 2 экз. в муравейнике № 30. *Proteinus laevigatus* Hochhuth, 1872 (= *macropterus* Gyllenhal, 1810) – обнаружен 1 экз. в муравейнике № 26. *Oxypoda procerula* Mannerheim, 1830 – обнаружен 1 экз. в муравейнике № 1. *Oxypoda formiceticola* Märkel, 1841 – выявлено 11 экз. в муравейниках № 10, 17, 19, 29, 36. *Oxypoda haemorrhoea* Mannerheim, 1830 – обнаружен 51 экз. в муравейниках № 1, 2, 3, 4, 5, 6, 16, 29, 37, 42, 47. *Oxypoda soror* Thomson, 1855 – обнаружен 1 экз. в муравейнике № 1. *Thiasophila angulata* Erichson, 1837 – выявлено 88 экз. в муравейниках № 13, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 29, 31, 35, 37, 38, 39, 47. *Dinarda maerkelii* Kiesenwetter, 1843 – выявлено 26 экз. в муравейниках № 6, 17, 30, 31, 33, 36, 38, 47. *Drusilla canaliculata* Fabricius, 1787 – выявлены 2 и 1 экз. в муравейниках № 1, 4. *Pella humeralis* Gravenhorst, 1802 – обнаружено 98 экз. в муравейниках № 3, 4, 8, 20, 21, 22. *Lomechusoides strumosus* Fabricius, 1792 – выявлено 38 экз. в муравейниках № 3, 5, 8, 10.

Atheta talpa Heer, 1841 – обнаружено 74 экз. в муравейниках № 2, 3, 16, 20, 22, 29, 34. *Atheta fungi* Gravenhorst, 1806 – обнаружен 1 экз. в муравейнике № 1. *Atheta gagatina* Baudi, 1848 – выявлено 3 экз. в муравейниках № 1, 3, 6. *Atheta flavipes* Gravenhorst, 1806 – обнаружено 7 экз. в муравейниках № 1, 13, 15, 29, 36, 42. *Lyprocorrhe anceps* Erichson, 1837 – выявлено 46 экз. в муравейниках № 5, 6, 8, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23, 29, 34, 35, 37, 42, 47. *Amischa analis* Gravenhorst, 1802 – обнаружен 1 экз. в муравейнике № 20. *Amisha bifoveolata* Mannerheim, 1830 – обнаружен 1 экз. в муравейнике № 1. *Oligota pusillima* Gravenhorst, 1806 – выявлено 3 экз. в муравейниках № 1, 10, 18.

SCAPHIDIIDAE Latreille, 1807

Scaphisoma sp. – обнаружено 3 экз. в муравейнике № 1.

PSELAPHIDAE Latreille, 1802

Euplectus karstenii Reichenbach, 1816 – выявлено по 1 экз. в муравейниках № 1, 2, 32. *Euplectus kirbii* Denny, 1825 – обнаружены 1 и 4 экз. в муравейниках № 21, 29. *Euplectus signatus* Reichenbach, 1816 – выявлено 20 экз. в муравейниках № 1, 2, 18, 21, 22, 26, 28, 29, 45. *Trimium brevicorne* Reichenbach, 1816 – обнаружен 1 экз. в муравейнике № 13.

LUCANIDAE Latreille, 1804

Platycerus caraboides Linnaeus, 1758 – выявлено 2 экз. в муравейнике № 4. *Platycerus caprea* DeGeer, 1774 – обнаружен 1 экз. в муравейнике № 3.

SCARABAEIDAE Latreille, 1802

Cetonia aurata Linnaeus, 1758 – выявлен 1 экз. в муравейнике № 1. *Potosia metallica* Herbst, 1782 – выявлено 4 экз. в муравейниках № 1, 14, 24.

CLAMBIDAE Fischer von Waldheim, 1821

Eucinetus haemorrhoidalis Germar, 1818 – обнаружен 1 экз. в муравейнике № 3.

BUPRESTIDAE Leach, 1815

Argilus angustulus Illiger, 1803 – выявлен 1 экз. в муравейнике № 4.

NITIDULIDAE Latreille, 1802

Thalycra fervida Olivier, 1790 – обнаружено по 1 экз. в муравейниках № 2, 3.

MONOTOMIDAE Laporte de Castelnau, 1840

Monotoma angusticollis Gyllenhal, 1827 – выявлено 123 экз. в муравейниках № 1, 2, 4, 8, 16, 17, 18–24, 26, 27, 29–32. *Monotoma conicicollis* Aubé, 1837 – обнаружено 113 экз. в муравейниках № 3, 4, 16, 18–23, 28–30, 36, 39, 42, 47.

CRYPTOPHAGIDAE Kirby, 1837

Cryptophagus quercinus Kraatz, 1852 – выявлено 2 экз. в муравейнике № 6. *Spavius glaber* Gyllenhal, 1808 – обнаружено 19 экз. в муравей-

никах № 1, 2, 6, 10, 17, 35. *Atomaria* sp. – выявлено 2 экз. в муравейнике № 37.

CORYLOPHIDAE Le Conte, 1852

Sericoderus lateralis Gyllenhal, 1827 – обнаружено по 1 экз. в муравейниках № 37, 43.

CERYLONIDAE Billberg, 1820

Cerylon fagi Brisout de Barneville, 1867 – обнаружено 2 экз. в муравейнике № 3. *Cerylon ferrugineum* Stephens, 1830 – обнаружен 1 экз. в муравейнике № 37. *Cerylon histeroides* Fabricius, 1792

LATHRIDIIDAE Redtenbacher, 1845

Enicmus transversus Olivier, 1790 – обнаружен 1 экз. в муравейнике № 1. *Corticaria longicollis* Zetterstedt, 1838 – выявлено 104 экз. в муравейниках № 1, 4, 12–15, 17, 26, 31, 32, 39, 42–44, 46–48. *Corticaria gibbosa* Herbst, 1793 – обнаружены 1 и 2 экз. в муравейниках № 4, 37. *Corticaria fuscata* Gyllenhal, 1827 – обнаружен 1 экз. в муравейнике № 3.

ALLECULIDAE Mulsant, 1856

Pseudocistela ceramoides Linnaeus, 1758 – выявлено 2 экз. в муравейнике № 8.

TENEBRIONIDAE Latreille, 1802

Myrmecixenus subterraneus Chevrolat, 1835 – выявлено 292 экз. в муравейниках № 1, 4, 6, 10, 12, 23, 27, 28, 34, 39. *Polorus depressus* Fabricius, 1790 – обнаружено 53 экз. в муравейниках № 12–14, 17, 30, 31, 44, 46. *Crypticus* (s. str.) *quisquilius* Linnaeus, 1761 – обнаружен 1 экз. в муравейнике № 1.

CERAMBYCIDAE Latreille, 1802

Leptura melanura Linnaeus, 1758 – выявлено 3 экз. в муравейнике № 8.

CHRYSOMELIDAE Latreille, 1802

Longitarsus sp. – 1 экз. обнаружен в муравейнике № 1. *Phyllotreta undulate* – выявлен 1 экз. в муравейнике № 37. *Asiorestia* sp. – обнаружен 1 экз. в муравейнике № 6.

CURCULIONIDAE Latreille, 1802

Otiorhynchus scaber Linnaeus, 1758 – обнаружен 1 экз. в муравейнике № 3. *Otiorhynchus ovatus* Linnaeus, 1758 – выявлено 18 экз. в муравейниках № 1, 3, 4, 6, 8, 10. *Trachyploeus bifoveolatus* Beck, 1817 – обнаружено 4 экз. в муравейниках № 1, 2, 6. *Strophosoma capitatum* De Geer, 1775 – выявлено 7 экз. в муравейниках № 1, 4, 6, 10. *Sitona* sp. – обнаружен 1 экз. в муравейнике № 4. *Acalles* sp. – обнаружен 1 экз. в муравейнике № 6. *Rutidosoma globulus* Herbst, 1795 – выявлен 1 экз. в муравейнике № 4.

В изучении сообществ мирмекофильных жесткокрылых целесообразно определять индекс видового разнообразия (соотношение между числом видов и каким-либо показателем (обилие), имен-

щим значимость для сообщества и экосистем). Использование различных индексов дает возможность охарактеризовать и смоделировать многокомпонентную структуру сообществ при наиболее полном их сравнении между собой [12].

В ходе исследования был применен индекс Шеннона, основанный на изучении вероятности наступления цепи событий, т.е. он является информационной мерой разнообразия, которая выражается в единицах неопределенности или информации, учитывает относительное обилие видов, выравнивание и видовое богатство [13]:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i, (1)$$

где p_i – доля i -го вида в выборке, S – количество видов. В выборке истинное значение p_i неизвестно. Оно оценивается как n_i (число особей одного вида)/ N (общее к-во особей), что дает смещенный результат. Это связано с тем, что расчеты индекса разнообразия Шеннона предполагают попадание в выборку особей случайно из «неопределенно большой» (т.е. практически бесконечной) генеральной совокупности. Более точное значение индекса можно получить по формуле (2):

$$H' = - \sum p_i \ln p_i - \frac{S-1}{N} + \frac{1 - \sum p_i^{-1}}{12 N^2} + \frac{\sum (p_i^{-1} - p_i^{-2})}{12 N^3}. (2)$$

Индекс Шеннона обычно варьирует в пределах от 0,5 до 3,5 и очень редко превышает 4,5. Для получения значения индекса Шеннона, равного 5, необходимо оперировать выборкой, в которой содержится 10^5 видов.

В ходе анализа видового разнообразия мирмекофильных жесткокрылых в гнездах *F. rufa* было проведено сравнение сообществ сожителей муравьев на территории Сенненского и Витебского районов (примерно равное количество исследованных гнезд дало возможность сравнить данные районы: Сенненский – 17, Витебский – 21 муравейник). Общее число видов мирмекофильных жесткокрылых (S) в гнездах *F. rufa* Сенненского района составило 41 вид, тогда как на территории Витебского района было выявлено 32 вида мирмекофильных жесткокрылых. Рассчитаны индексы видового разнообразия

мирмекофильных жесткокрылых для Сенненского и Витебского районов по формуле (1) (данные для расчета представлены в табл.). В итоге H' для Сенненского района равен 2,654, для Витебского – 2,759. Данные показатели практически равные и соответствуют среднему значению индекса видового разнообразия.

Оценка стандартной ошибки H' , при использовании натуральных логарифмов в H' , находится по формуле:

$$m_{H'}^2 = \frac{1}{N} \left[\frac{1}{N} \left(N \ln^2 N - \sum n_i \ln^2 n_i \right) - (H')^2 + \frac{(S-1)}{2 N^2} + \dots \right], (3)$$

где третий и следующие члены правой части уравнения пренебрежительно малы. Для Сенненского района стандартная ошибка H' составила 0,028, для Витебского – 0,027.

Для определения равномерности распределения видов по их обилию в сообществе был использован индекс *выравниваемости Хейпа*, который применяется в случае относительно небольшого количества видов, т.к. при малом разнообразии он меньше зависит от S [6]:

$$E = \frac{(e^{H'} - 1)}{(S - 1)}, (4)$$

где e – число натурального логарифма, равное 2,718...; S – общее число видов. E имеет значения от 0 до 1, причем, чем выше значение, тем более выровнена выборка. При этом $E = 1$ соответствует равному обилию всех видов, входящих в выборку. Результаты расчетов для видов мирмекофильных жесткокрылых Сенненского района – $E = 0,320$, Витебского – $E = 0,462$. В гнездах *F. rufa* Витебского района наблюдается более равномерное распределение видов по обилию в сравнении с Сенненским, однако как Витебский, так и Сенненский районы имеют довольно смещенный результат, лежащий ближе к нулю, нежели к единице. Это говорит о том, что в видовом составе жесткокрылых этих районов резко выделяются группы видов, характеризующиеся высоким числом особей данного вида (n_i в табл.).

Таблица

**Видовой состав мирмекофильных жесткокрылых
в гнездах *F. rufa* Сепшенского и Витебского районов**

№	Вид (S)	Сепшенский р-н		Витебский р-н	
		n_i	p_i	n_i	p_i
1.	<i>Myrmeces piceus</i> Kanaar, 1979	2	0,002519	3	0,004127
2.	<i>Dendrophilus pygmaeus</i> Linnaeus, 1758	19	0,023929	15	0,020633
3.	<i>Hetaerus ferrugineus</i> Olivier, 1759	1	0,001259	3	0,004127
4.	<i>Ptenidium formicetorum</i> Kraatz, 1851	2	0,002519	10	0,013755
5.	<i>Ptilium myrmecophilum</i> Allibert, 1844	80	0,100756	17	0,023384
6.	<i>Acrotrichis</i> sp.	11	0,013854	0	0
7.	<i>Acrotrichis montandoni</i> Allibert, 1844	0	0	2	0,002751
8.	<i>Neuraphes angulatus</i> P.W.J. Müller et Kuntze, 1822	0	0	1	0,001376
9.	<i>Neuraphes elongatulus</i> P.W.J. Müller et Kuntze, 1822	0	0	2	0,002751
10.	<i>Stenichnus godarti</i> Latreille, 1806	5	0,006297	3	0,004127
11.	<i>Euconnus maklinii</i> Mannerheim, 1844	25	0,031486	0	0
12.	<i>Euconnus claviger</i> P.W.J. Müller et Kuntze, 1822	0	0	6	0,008253
13.	<i>Scydmaenus hellwigii</i> Herbst, 1792	43	0,054156	17	0,023384
14.	<i>Quedius molochinus</i> Gravenhorst, 1806	1	0,001259	0	0
15.	<i>Quedius brevis</i> Erichson, 1840	9	0,011335	0	0
16.	<i>Leptacinus formicetorum</i> Märkel, 1841	12	0,015113	79	0,108666
17.	<i>Gyrophypnus atratus</i> Heer, 1839	8	0,010076	6	0,008253
18.	<i>Gyrophypnus</i> sp.	2	0,002519	0	0
19.	<i>Xantholinus</i> sp.	5	0,006297	0	0
20.	<i>Xantholinus tricolor</i> Fabricius, 1787	4	0,005038	0	0
21.	<i>Lithocharis nigriceps</i> Kraatz, 1859	0	0	28	0,038514
22.	<i>Stenus clavicornis</i> Scopoli, 1763	12	0,015113	0	0
23.	<i>Sepedophilus marshami</i> Sterhens, 1832	1	0,001259	1	0,001376
24.	<i>Oxypoda formiceticola</i> Märkel, 1841	3	0,003778	8	0,011004
25.	<i>Oxypoda haemorrhoea</i> Mannerheim, 1830	44	0,055416	4	0,005502
26.	<i>Thiasophila angulata</i> Erichson, 1837	4	0,005038	63	0,086657
27.	<i>Dinarda maerkelii</i> Kiesenwetter, 1843	2	0,002519	12	0,016506
28.	<i>Drusilla canaliculata</i> Fabricius, 1787	3	0,003778	0	0
29.	<i>Pella humeralis</i> Gravenhorst, 1802	5	0,006297	93	0,127923
30.	<i>Lomechusoides strumosus</i> Fabricius, 1792	38	0,047859	0	0
31.	<i>Atheta talpa</i> Heer, 1841	17	0,021411	57	0,078404
32.	<i>Lyprocorrhe anceps</i> Erichson, 1837	25	0,031486	15	0,020633
33.	<i>Oligota pusillima</i> Gravenhorst, 1806	2	0,002519	1	0,001376
34.	<i>Euplectus karstenii</i> Reichenbach, 1816	2	0,002519	1	0,001376
35.	<i>Euplectus kirbii</i> Denny, 1825	0	0	5	0,006878
36.	<i>Euplectus signatus</i> Reichenbach, 1816	3	0,003778	16	0,022008
37.	<i>Trimium brevicorne</i> Reichenbach, 1816	1	0,001259	0	0
38.	<i>Platycerus caraboides</i> Linnaeus, 1758	2	0,002519	0	0
39.	<i>Potosia metallica</i> Herbst, 1782	4	0,005038	0	0

Окончание табл.

40.	<i>Thalycra fervida</i> Olivier, 1790	2	0,002519	0	0
41.	<i>Monotoma angusticollis</i> Gyllenhal, 1827	22	0,027708	101	0,138927
42.	<i>Monotoma conicicollis</i> Aubé, 1837	10	0,012594	99	0,136176
43.	<i>Spavius glaber</i> Gyllenhal, 1808	18	0,02267	1	0,001376
44.	<i>Corticaria longicollis</i> Zetterstedt, 1838	61	0,076826	17	0,023384
45.	<i>Pseudocistela ceramboides</i> Linnaeus, 1758	2	0,002519	0	0
46.	<i>Myrmecixenus subterraneus</i> Chevrolat, 1835	267	0,336272	23	0,031637
47.	<i>Polorus depressus</i> Fabricius, 1790	15	0,018892	18	0,024759

Особый интерес представляет структура доминирования в сообществах мирмекофильных жесткокрылых в гнездах *F. rufa* в условиях севера Беларуси. Выявлена примерно равная доля **доминантных** видов мирмекофилов в изучаемых сообществах (*Ptilium myrmecophilum*, *Leptacinus formicetorum*, *Thiasophila angulata*, *Pella humeralis*, *Monotoma angusticollis*, *Monotoma conicicollis*, *Corticaria longicollis*) и составляет 5,4–7,5%. Однако численность вида *Myrmecixenus subterraneus* достигает максимального значения в структуре доминирования и составляет 17,8%.

К **субдоминантам** относятся *Oxyptoda haemorrhoea*, *Lomechusoides strumosus*, *Atheta talpa*, *Lypocorrhe anceps*, *Polorus depressus*.

Рецеденты: *Euconnus maklinii*, *Gyrophypnus atratus*, *Lithoharis nigricaps*, *Dinarda maerkelii*, *Euplectus signatus*, *Spavius glaber*.

Субрецеденты: *Myrmetes piceus*, *Hetaerus ferrugineus*, *Ptenidium formicetorum*, *Acrotrichis montandoni*, *Acrotrichis* sp., *Neuraphes angulatus*, *Neuraphes elongatulus*, *Stenichnus godarti*, *Euconnus claviger*, *Quedius molochinus*, *Quedius brevis*, *Gyrophypnus* sp., *Xantholinus* sp., *Xantholinus tricolor*, *Stenus clavicornis*, *Stenus aterrimus*, *Sepedophilus marshami*, *Oxyptoda formiceticola*, *Drusilla canaliculata*, *Oligota pusillima*, *Euplectus karstenii*, *Euplectus kirbii*, *Trimium brevicorne*, *Platycerus caraboides*, *Potosia metallica*, *Thalycra fervida*, *Pseudocistela ceramboides*.

Использование кластерного анализа дало возможность установить степень сходства видового состава сообществ мирмекофильных жесткокрылых в гнездах *F. rufa*. На рис. представлены данные, полученные в ходе сравнения видового состава сообществ мирмекофильных жесткокрылых в гнездах *F. rufa* на территории 6 районов. При анализе матрицы расстояний между объектами видно, что группировки сообществ мирме-

кофилов распадаются на четыре кластера. Несмотря на разрозненный и фрагментарный характер распределения сообществ мирмекофильных жесткокрылых в гнездах *F. rufa* на исследуемой территории можно утверждать, что сообщества мирмекофилов довольно близки по видовому составу. Дальнейший анализ степени сходства и различий видового состава мирмекофилов требует детального рассмотрения экологических, биотопических аспектов, таких, как возрастная структура муравейника, биотоп, характер растительности, сезонная динамика жесткокрылых. Все эти данные, вероятно, позволят объяснить уникальность мирмекофильных комплексов в пределах одного гнезда.

Заключение. В результате проведенного исследования был установлен видовой состав сообществ и мирмекофильных жесткокрылых в гнездах *Formica rufa* на территории Белорусского Поозерья. Количество мирмекофилов составило 1639 экземпляров 48 видов из 13 семейств. Составлен список видов всех жесткокрылых, выявленных в муравейниках за период исследования, их число составило 1907 экземпляров 119 видов. Результаты сравнения индексов видового разнообразия Сенненского и Витебского районов показали, что видовое разнообразие обоих районов близко к среднему значению, однако индекс видового разнообразия жесткокрылых в гнездах рыжего лесного муравья на территории Сенненского района выше, чем на территории Витебского района. Выравненность по обилию видов в обоих районах довольно низкая, что подтверждается численным доминированием нескольких видов (*Myrmecixenus subterraneus*, *Monotoma angusticollis*, *Pella humeralis*, *Ptilium myrmecophilum*). При этом виды-доминанты для обоих районов различны. Можно предположить, что видовой состав мирмекофильных жесткокрылых зависит не только от вида муравья-хозяина, но и от биоценоза в целом.

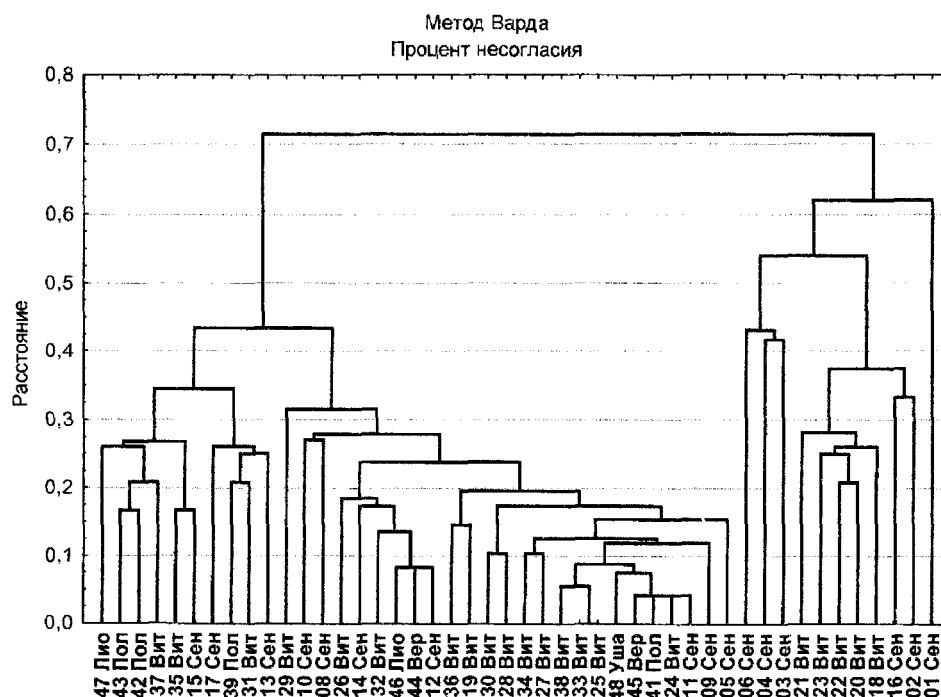


Рис. Дендрограмма сходства сообществ мирмекофильных жесткокрылых по видовому составу в Белорусском Поозерье.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юркевич, И.Д. География, типология и районирование лесной растительности Белоруссии / И.Д. Юркевич, В.С. Гельтман. – Минск: Наука и техника, 1965. – 288 с.
2. Грюнталь, С.Ю. К методике количественного учета жуков (Coleoptera, Carabidae) / С.Ю. Грюнталь // Вестн. зоологии. – 1981. – № 6. – С. 63–66.
3. Renkonen, O. Statistisch-ökologisch Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore / O. Renkonen // Ann. Zool. Soc.-Bot. Fennicae. – 1938. – Bd. 6, ti 1. – 231 s.
4. Песенко, Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю.А. Песенко. – М.: Наука, 1982. – 287 с.
5. Ward, J.H. Hierarchical grouping to optimize an objective function / J.H. Ward // J. Amer. Statist. Assoc. – 1963. – Vol. 58, № 301. – P. 236–244.
6. Silfverberg, H. Enumeratio coleopterorum Fennoscandiae, Daniae et Baltiae / H. Silfverberg. – Helsinki: Helsingin Hyonteisvaihdyhdistys, 1992. – 94 p.
7. Silfverberg, H. Additions and corrections to Enumeratio Coleopterorum Fennoscandiae et Daniae / H. Silfverberg. – Sahlbergia. – 1996. – Vol. 3. – P. 33–62.
8. Silfverberg, H. Enumeratio Coleopterorum Fennoscandiae, Daniae et Baltiae / H. Silfverberg // Sahlbergia. – 2004. – Vol. 9. – 111 p.
9. Kryzhanovskij, O.L. A Checklist of the Ground-Beetles of Russia and Adjacent Lands (Insecta, Coleoptera, Carabidae) / O.L. Kryzhanovskij, I.A. Belousov, I.I. Kabak, B.M. Kataev, K.V. Makarov, V.G. Schilenkov. – Sofia–Moscow: Pensoft Publishers, 1995. – 271 p.
10. Bouchard, P. Family-group names in Coleoptera (Insecta) / P. Bouchard, Y. Bousquet, A.E. Davies, M.A. Alonso-Zarazaga, J.F. Lawrence, C.H.C. Lyal, A.F. Newton, C.A.M. Reid, M. Schmitt, S.A. Slipinski, A.B.T. Smith // ZooKeys. – 2011. – № 88. – P. 1–972.
11. Систематический список таксонов группы семейства для отряда Coleoptera. – Режим доступа: <http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/rus/syst2011.htm>. – Дата доступа: 05.12.2011.
12. Тихомиров, В.Н. Методы анализа биологического разнообразия: пособие для студентов биол. фак. спец. 1-31 01 01 «Биология» и 1-33 01 01 «Биоэкология» / В.Н. Тихомиров. – Минск: БГУ, 2009. – 87 с.
13. Hutcheson, K. A test for comparing diversities based on the Shannon formula / K. Hutcheson // J. Theor. Biol. – 1970. – Vol. 29, № 1. – P. 151–154.

REFERENCES

1. Yurkevich I.D., Geltman V.S. Geografiya, tipologiya i rayonirovaniye lesnoy rastitelnosti Belorussii [Geography, Typology and Area Characteristics of Forest Vegetation of Belarus], Minsk: Nauka i Tehnika, 1965, 288 p.
2. Gruntal S.Yu. Vestnik zoologii [Journal of Zoology], 1981, 6, pp. 63–66.
3. Renkonen, O. Statistisch-ökologisch Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore // Ann. Zool. Soc.-Bot. Fennicae. Vanamo, 1938. – Bd. 6, – ti 1. – 231 s.
4. Pesenko Yu.A. Printsipi i metodi kolichestvennogo analiza v faunisticheskikh issledovaniyakh [Principles and Methods of Quantitative Analysis in Fauna Studies], M., Nauka, 1982, 287 p.
5. Ward, J.H. J. Amer. Statist. Assoc., 1963, 58(301), pp.236–244.
6. Silfverberg H. Enumeratio coleopterorum Fennoscandiae, Daniae et Baltiae. – Helsinki: Helsingin Hyonteisvaihdyhdistys, 1992, 94 p.
7. Silfverberg H. Additions and corrections to Enumeratio Coleopterorum Fennoscandiae et Daniae, Sahlbergia, 1996, 3, pp. 33–62.
8. Silfverberg H. Enumeratio Coleopterorum Fennoscandiae, Daniae et Baltiae / Sahlbergia, 2004, (9), 111 p.
9. Kryzhanovskij O.L., Belousov I.A., Kabak I.I., Kataev B.M., Makarov K.V., Schilenkov V.G. A Checklist of the Ground-Beetles of Russia and Adjacent Lands (Insecta, Coleoptera, Carabidae), Sofia–Moscow: Pensoft Publishers, 1995, 271 p.
10. Bouchard Patrice, Yves Bousquet, Anthony E. Davies, Miguel A. Alonso-Zarazaga, John F. Lawrence, Chris H. C. Lyal, Alfred F. Newton, Chris A. M. Reid, Michael Schmitt, S. Adam Slipinski, Andrew B. T. Smith. Family-group names in Coleoptera (Insecta). ZooKeys, 2011, 88. pp. 1–972.
11. Sistematički spisak taksonov gruppi semeistva dla otriada Coleoptera. [Systematic List of Taxons of the Family Group for the Order of Coleoptera], <http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/rus/syst2011.htm>. Access Time: 05.12.2011.
12. Tikhomirov V.N. Metodi analiza biologicheskogo raznoobraziya posobiye dla studentov biologicheskikh fakultetov [Methods of the Analysis of Biological Diversity: Textbook for Biology Students]. Minsk: BGU, 2009, 87 p.
13. Hutcheson, K. J. Theor. Biol., 1970, 29(1), pp. 151–154.