
ИЗУЧЕНИЕ И РЕАБИЛИТАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ

THE STUDY AND REHABILITATION OF ECOSYSTEMS

УДК 595.794:574.472(476)

СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ГИЛЬДИИ ЖАЛОНОСНЫХ ПЕРЕПОНЧАТОКРЫЛЫХ (HYMENOPTERA: ACULEATA) – ПОСЕТИТЕЛЕЙ СОЦВЕТИЙ ИНВАЗИВНЫХ ЗОЛОТАРНИКОВ (*SOLIDAGO*) В УСЛОВИЯХ МИНСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Д. О. КОРОТЕЕВА¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет,
пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

По результатам исследований на 16 участках произрастания в пределах Минской возвышенности посетителей соцветий инвазивных золотарников (*Solidago canadensis* L. s. l.) было выявлено 122 вида жалоносных перепончатокрылых насекомых (Hymenoptera: Aculeata), принадлежащих 11 семействам и 4 надсемействам. В их числе 25 видов настоящих пчел (Apidae), 23 вида настоящих ос (Vespidae), 22 вида песочных ос (Crabronidae), 21 вид галиктид (Halictidae), 14 видов коллетид (Colletidae), 5 видов андренид (Andrenidae), 4 вида ос-блестянок (Chrysididae), 3 вида пчел-листорезов (Megachilidae), 3 вида сфецид (Sphecidae), 1 вид сколий (Scoliidae) и 1 вид мелиттид (Melittidae). Наибольшим видовым богатством в исследуемой гильдии были представлены семейства Apidae, Halictidae (Apoidea: Apiformes), Crabronidae (Apoidea: Spheciformes) и Vespidae (Vespoidea). С использованием пятибалльной логарифмической ограниченной сверху шкалы оценено обилие отдельных видов насекомых с ранжированием на 5 групп. Среди 122 видов к числу доминантных отнесен 1 вид, многочисленных – 6, обычных – 13, малочисленных – 16, единичных – 86 видов.

Образец цитирования:

Коротеева Д.О. Структура и динамика гильдии жалоносных перепончатокрылых (Hymenoptera: Aculeata) – посетителей соцветий инвазивных золотарников (*Solidago*) в условиях Минской возвышенности. *Журнал Белорусского государственного университета. Экология*. 2025;4:4–17.
<https://doi.org/10.46646/2521-683X/2025-4-4-17>

For citation:

Koroteeva D.O. Species composition and year-on-year dynamics of guilds of stinging hymenoptera (Hymenoptera: Aculeata) – visitors of invasive goldenrods (*Solidago*) inflorescences in the conditions of Minsk upland. *Journal of the Belarusian State University. Ecology*. 2025;4:4–17. Russian.
<https://doi.org/10.46646/2521-683X/2025-4-4-17>

Авторы:

Дарья Олеговна Коротеева – старший преподаватель; младший научный сотрудник кафедры зоологии, биологический факультет.

Authors:

Daria O. Koroteeva, senior lecturer; junior researcher at the department of zoology, faculty of biology.
daryakoroteeva1996@gmail.com

Наибольшим уровнем относительного обилия характеризовались особые *Philanthus triangulum* (F.), *Polistes dominula* (Christ), *Vespula germanica* F. и пчелиные *Apis mellifera* L., *Bombus lapidarius* L., *Bombus terrestris* (L.). Годичная динамика и межгодовые различия структуры гильдий были проанализированы по материалам, собранным за весь период исследований в одной точке, характеризующейся сплошным покрытием золотарников (окрестности р. Мышка, г. Минск). Максимальные значения показателей видового богатства и относительного обилия из года в год были характерны для песочных (Crabronidae) и настоящих (Vespidae) ос, а также настоящих пчелиных (Apidae). При этом прослеживалось постепенное уменьшение доли песочных при увеличении доли настоящих ос и небольшом снижении доли настоящих пчелиных. Значения информационного индекса биоразнообразия Шеннона были относительно высокими для коллектированных в 2023–2024 гг. выборок, что указывает на относительно выравненное сообщество со значительным видовым разнообразием.

Ключевые слова: биологические инвазии; опылители; *Solidago canadensis* s. l.; чужеродные виды.

SPECIES COMPOSITION AND YEAR-ON-YEAR DYNAMICS OF GUILDS OF STINGING HYMENOPTERA (HYMENOPTERA: ACULEATA) – VISITORS OF INVASIVE GOLDENRODS (*SOLIDAGO*) INFLORESCENCES IN THE CONDITIONS OF MINSK UPLAND

D. O. KOROTEEVA^a

^aBelarusian State University,
4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

According to the data obtained from studies of the taxonomic composition of stinging Hymenoptera visiting inflorescences in the Minsk upland region, 122 species of Hymenoptera belonging to 11 families and 4 superfamilies were identified across 16 invasive goldenrod sites. Among them are 25 species of Apidae, 23 species of Vespidae, 22 species of Crabronidae, 21 species of Halictidae, 14 species of Colletidae, 5 species of Andrenidae, 4 species of Chrysididae, 3 species of Megachilidae, 3 species of Sphecidae, 1 species of Scolidae and 1 species of Melittidae. The families Apidae, Halictidae (Apoidea: Apiformes), Crabronidae (Apoidea: Spheciformes) and Vespidae (Vespoidea) were most abundantly represented in the studied guilds. Using a five-point logarithmic scale limited from the upper bound, the abundance of insect species observed during the study was estimated, with species ranked into 5 relative abundance groups. Among the 122 species, 1 species is considered dominant, 6 are numerous, 13 are common, 16 are small-numbered, and 86 are singular. The most common species for the studied goldenrod habitats included the wasps *Philanthus triangulum* (Fabricius, 1775), *Polistes dominula* (Christ, 1791), *Vespula germanica* Fabricius, 1793 and bees *Apis mellifera* Linnaeus, 1758, *Bombus lapidarius* Linnaeus, 1758, *Bombus terrestris* (Linnaeus, 1758). The year-on-year dynamics and interannual differences in the guild structure were analyzed based on materials collected over the entire research period at a single site characterized by an extensive coverage of goldenrods (the vicinity of the Myshka River, Minsk). The highest values of species richness and relative abundance from year to year were registered for sand (Crabronidae) and social (Vespidae) wasps, as well as bees (Apidae). At the same time, there was a gradual decrease in the abundance of sand wasps, an increase in the abundance of social wasps and a slight decrease in the abundance of bees. Shannon index values were relatively high for samples collected in 2023–2024, indicating a relatively balanced community with significant species diversity.

Keywords: biological invasions; pollinators; *Solidago canadensis* s. l.; alien species.

Введение

К числу наиболее опасных инвайдеров в составе адвентивной фракции рецентной флоры Беларуси относятся золотарники североамериканского происхождения (*Solidago canadensis* L. s. l.) [1]. Целенаправленные исследования показали, что произрастающие в Беларуси высокоинвазивные золотарники следует рассматривать в качестве самостоятельного таксона, отличного от родительского *Solidago canadensis* L. s. str. [2]. Это многолетние травянистые растения высотой от 60 до 280 см, с желтыми цветками, собранными в мелкие корзинки, размещающиеся на дугоподобно изогнутых кистях. Корни золотарников выделяют вещества с выраженными свойствами подавления роста других растений [3]. Цветение золотарников начинается обычно с середины лета и завершается осенью, что делает их привлекательным источником пыльцы и нектара для антофильных насекомых в промежуток времени, когда большая часть энтомофильных цветковых растений уже завершила цветение [4; 5].

Золотарники были интродуцированы в Беларусь в прошлом столетии и к настоящему времени распространились по всей территории страны, занимая обширные площади как в населенных пунктах, так и за их пределами [1; 6]. Они часто встречаются на пустырях, участках рудеральной растительности, формируют зоны сплошного произрастания вдоль железных дорог (рис. 1).

Внедрение в естественные сообщества чужеродных видов растений представляет серьезную угрозу экологическому состоянию биocenозов Беларуси. Ранее проводились исследования экологических последствий инвазий золотарников как в населенных пунктах, так и на охраняемых территориях в Беларуси и в сопредельных странах [7–13].



Рис. 1. Цветущие экземпляры инвазивных золотарников (*Solidago canadensis* L. s. l.) в точках сбора материала (фото Д. О. Коротеевой)

Fig. 1. Flowering specimens of *Solidago canadensis* L. s. l. in the insect monitoring areas (photos by D. O. Koroteeva)

Установление структуры и анализ динамики гильдии посетителей соцветий золотарников дополняют уже существующие данные о характере влияния внедрения золотарников на комплексы насекомых – посетителей цветковых растений флоры Беларуси. Присутствие в составе гильдии многочисленных в условиях региона полилектичных антофильных насекомых позволит предположить, какую роль играют эти растения в контексте поддержания трофических связей между энтомофильными цветковыми растениями флоры Беларуси и антофильными жалоносными перепончатокрылыми, являющимися наиболее эффективными опылителями растений ввиду своих морфологических и поведенческих особенностей.

Материалы и методы исследования

Материалом для работы послужили выполненные в 2021–2024 гг. сборы жалоносных перепончатокрылых насекомых (Hymenoptera: Aculeata), посещавших соцветия инвазивных золотарников во время их активного цветения. Насекомые были коллектированы вручную в период активности антофильных перепончатокрылых. Фиксацию и хранение осуществляли в полипропиленовых пробирках объемом 4 мл. Общий объем сборов – 1805 экземпляров Aculeata.

Сборы материала осуществлялись на 8 стационарах в пределах г. Минска: окрестности р. Мышка (Московский р-н); участок рудеральной растительности в микрорайоне Шабаны в окрестностях д. Малый Тростенец, зеленые насаждения по улице Ельницкая (Заводской р-н); участок рудеральной растительности по улице Долгиновский тракт, лесопарк Дрозды (Центральный р-н); окрестности Лошицкого парка (Ленинский р-н); лесопарк Зеленый луг, зеленые насаждения в окрестностях Музея валунов (Первомайский р-н); а также на 8 стационарах в пределах Минской возвышенности: участки рудеральной растительности в окрестностях д. Домашаны (Смолевичский р-н); зеленые насаждения возле железнодорожной станции Фаниполь (Дзержинский р-н); окрестности аг. Михановичи, участки рудеральной растительности возле железнодорожного остановочного пункта Асеевка, окрестности поселка Городище, окрестности аг. Щомыслица, а также расположенный рядом памятник природы республиканского значения «Дубрава», участки рудеральной растительности возле железнодорожного остановочного пункта «Птичь» (Минский р-н). Точки сбора материала представлены на рис. 2.

Исследуемые местопроизрастания представляли собой участки рудеральной растительности, включающие обильные заросли инвазивных золотарников и других цветковых растений разных семейств.

Таксономическую принадлежность коллектированных жалоносных перепончатокрылых устанавливали по соответствующим определительным таблицам и ключам [14–21]. Подтверждение достоверности видовой идентификации осуществлялось с помощью справочной коллекции антофильных насекомых кандидата биологических наук, доцента кафедры зоологии В. И. Хвира, которому мы благодарны за предоставленную возможность. На основании выполненных сборов составлена энтомологическая коллекция, которая хранится на кафедре зоологии Белорусского государственного университета (г. Минск, Республика Беларусь).

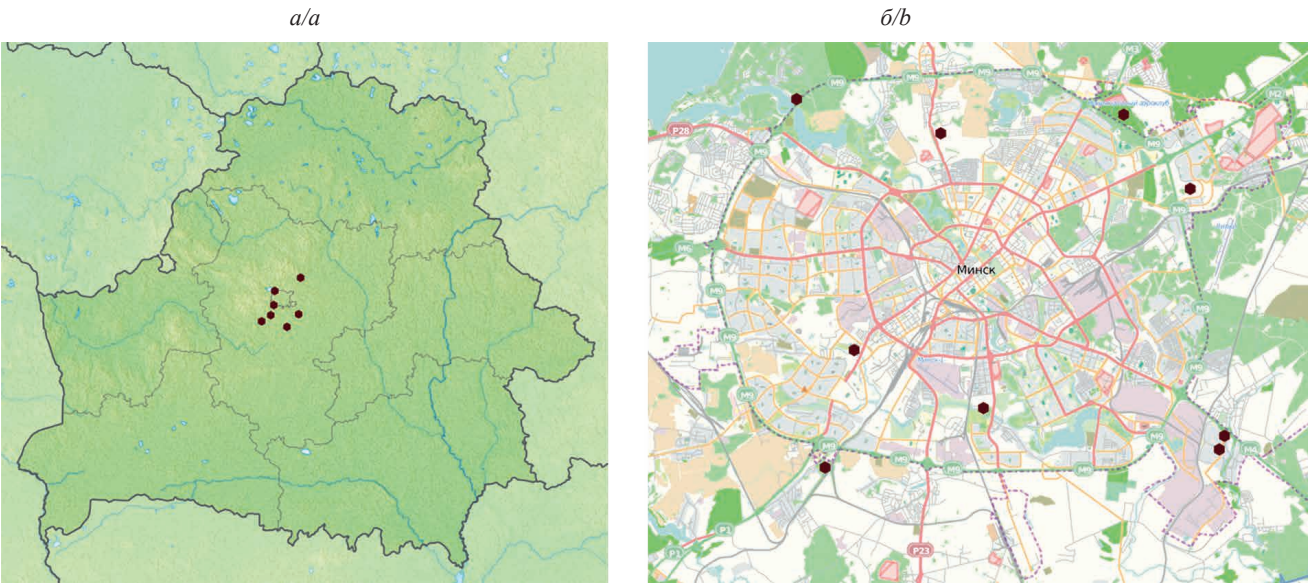


Рис. 2. Точки сбора материала в пределах Минской возвышенности (а) и в г. Минске (б)
Fig. 2. Locations of the insect sample areas in Minsk Upland region (a) and in Minsk (b)

Для оценки относительного обилия отдельных видов перепончатокрылых, коллектированных на соцветиях золотарников в различных местопроизрастаниях, была использована ограниченная сверху пятибалльная логарифмическая шкала (В, баллы), предложенная Ю. В. Песенко [22]. Расчетные пороговые значения для разграничения видов по уровню относительного обилия для каждого местообитания представлены в табл. 1.

Таблица 1

Пороговые значения ограниченных сверху пятибалльных логарифмических шкал относительного обилия для жалоносных перепончатокрылых (Aculeata), коллектированных в разные годы на соцветиях инвазивных золотарников (*Solidago canadensis* L. s. l.) в условиях исследуемых местопроизрастаний на территории Минской возвышенности

Table 1

Threshold values of five-point logarithmic scales limited by the upper bound for differentiation of the relative species abundance of Aculeata, collected in 2021–2024 on alien goldenrods (*Solidago canadensis* L. s. l.) inflorescences in the insect monitoring areas in Minsk Upland region

Класс по уровню обилия	Границы интервалов класса, $n(a)_{\min} - n(a)_{\max}$			
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
1 (единичный вид)	1÷3	1÷3	1÷4	1÷3
2 (малочисленный вид)	4÷10	4÷11	5÷15	4÷9
3 (обычный вид)	11÷32	12÷37	16÷57	10÷26
4 (многочисленный вид)	33÷101	38÷124	58÷219	27÷77
5 (доминирующий вид)	102÷322	125÷412	220÷842	78÷229

Статистический анализ данных выполнен средствами свободно распространяемого пакета *PAST 4.16* [23]. Ввиду характера распределения анализируемых данных использовались непараметрические U-критерий Манна – Уитни и критерий интегральных различий Колмогорова – Смирнова.

В работе использована система *Aculeata*, принятая в «Аннотированном каталоге перепончатокрылых насекомых России» [24].

Исследования выполнялись на кафедре зоологии Белорусского государственного университета в рамках заданий Государственной программы научных исследований «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 гг. (Госрегистрация НИР № 20211704).

Результаты исследования и их обсуждение

За период исследований на соцветиях золотарников по результатам сборов в сезоны 2021–2024 гг. были зарегистрированы имаго 122 видов жалоносных перепончатокрылых насекомых, принадлежащих к 11 семействам и 4 надсемействам. В табл. 2 приведен полный таксономический список антофильных перепончатокрылых, коллектированных в период исследований, а также представлены данные о структуре сборов и по отнесению отдельных видов к соответствующим классам обилия в соответствии с расчетной пятибалльной ограниченной сверху логарифмической шкалой для выборки каждого года.

Таблица 2

Видовой состав и относительное обилие (в баллах по 5-балльной шкале) антофильных жалоносных перепончатокрылых – посетителей соцветий инвазивных золотарников (*Solidago canadensis* L. s. l.) в условиях Минской возвышенности (2021–2024 гг., обобщенные данные по 16 местопроизрастаниям)

Table 2

Species composition and relative abundance (in points on a 5-point scale) of Aculeata visiting invasive goldenrod (*Solidago canadensis* L. s. l.) inflorescences in the insect monitoring areas in Minsk Upland region (2021–2024, generalized data from 16 sites)

Вид	Количество особей и относительное обилие							
	2021		2022		2023		2024	
	n, экз.	B, балл	n, экз.	B, балл	n, экз.	B, балл	n, экз.	B, балл
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Надсемейство CHRYSIDOIDEA								
Семейство Chrysididae								
<i>Chrysis clarinicollis</i> Linsenmaier, 1959	–	–	–	–	1	1	–	–
<i>Chrysis obtusidens</i> Dufour et Perris, 1840	–	–	1	1	–	–	–	–
<i>Hedychrum gerstaeckeri</i> Chevrier, 1869	–	–	–	–	1	1	–	–
<i>Hedychrum niemelai</i> Linsenmaier, 1959	–	–	–	–	1	1	–	–
Надсемейство SCOLIOIDEA								
Семейство Scoliidae								
<i>Scolia hirta</i> (Shrank, 1781)	–	–	1	1	–	–	–	–
Надсемейство APOIDEA								
Секция SPHECIFORMES								
Семейство Sphecidae								
<i>Ammophila pubescens</i> Curtis, 1836	1	1	–	–	–	–	–	–
<i>Ammophila sabulosa</i> (Linnaeus, 1758)	2	1	1	1	5	2	–	–
<i>Sphex funerarius</i> Gussakovskij, 1934	1	1	1	1	–	–	–	–
Семейство Crabronidae								
<i>Cerceris arenaria</i> (Linnaeus, 1758)	9	2	1	1	3	1	–	–
<i>Cerceris interrupta</i> (Panzer, 1799)	3	1	–	–	–	–	–	–
<i>Cerceris quadricincta</i> (Panzer, 1799)	7	2	1	1	17	3	3	1
<i>Cerceris quadrifasciata</i> (Panzer, 1799)	3	1	–	–	3	1	–	–
<i>Cerceris quinquefasciata</i> (Rossi, 1792)	2	1	–	–	4	1	2	1
<i>Cerceris ruficornis</i> (Fabricius, 1793)	–	–	–	–	1	1	–	–
<i>Cerceris rybyensis</i> (Linnaeus, 1771)	15	3	1	1	19	3	5	2
<i>Ectemnius fossorius</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	–	–	3	1	–	–

Продолжение табл. 2

Continue table 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Ectemnius lapidarius</i> (Panzer, 1803)	1	1	—	—	—	—	—	—
<i>Ectemnius lituratus</i> (Panzer, 1803)	1	1	—	—	1	1	—	—
<i>Gorytes quinquecinctus</i> (Fabricius, 1793)	—	—	—	—	1	1	—	—
<i>Gorytes quinquefasciatus</i> (Panzer, 1798)	—	—	—	—	1	1	—	—
<i>Lestica alata</i> (Panzer, 1797)	1	1	—	—	—	—	—	—
<i>Lestica clypeata</i> (Schreber, 1759)	1	1	—	—	6	2	—	—
<i>Lindenius albilabris</i> (Fabricius, 1793)	2	1	—	—	—	—	—	—
<i>Mellinus arvensis</i> (Linnaeus, 1858)	1	1	—	—	—	—	18	3
<i>Oxybelus argentatus</i> Curtis, 1833	—	—	1	1	—	—	—	—
<i>Oxybelus haemorrhoidalis</i> Olivier, 1812	—	—	—	—	1	1	—	—
<i>Oxybelus maculipes</i> F. Smith, 1856	—	—	—	—	—	—	1	1
<i>Oxybelus trispinosus</i> (Fabricius, 1787)	1	1	1	1	5	2	—	—
<i>Oxybelus uniglumis</i> (Linnaeus, 1758)	—	—	—	—	1	1	—	—
<i>Philanthus triangulum</i> (Fabricius, 1775)	43	4	11	2	27	3	2	1
Секция APIFORMES								
Семейство Colletidae								
<i>Colletes collaris</i> Dours, 1872	—	—	—	—	—	—	1	1
<i>Colletes fodiens</i> (Fourcroy, 1785)	1	1	—	—	—	—	—	—
<i>Colletes similis</i> Schenck, 1853	9	2	2	1	1	1	—	—
<i>Colletes succinctus</i> (Linnaeus, 1758)	5	2	—	—	—	—	1	1
<i>Hylaeus angustatus</i> (Schenck, 1861)	—	—	—	—	1	1	—	—
<i>Hylaeus annularis</i> (Kirby, 1802)	—	—	—	—	3	1	1	1
<i>Hylaeus annulatus</i> (Linnaeus, 1758)	—	—	2	1	—	—	1	1
<i>Hylaeus brevicornis</i> Nylander, 1852	—	—	—	—	2	1	2	1
<i>Hylaeus communis</i> Nylander, 1852	2	1	—	—	19	3	—	—
<i>Hylaeus confusus</i> Nylander, 1852	1	1	—	—	2	1	—	—
<i>Hylaeus cornutus</i> Curtis, 1831	—	—	—	—	1	1	—	—
<i>Hylaeus gibbus</i> Saunders, 1850	—	—	—	—	1	1	—	—
<i>Hylaeus gracilicornis</i> (Morawitz, 1867)	—	—	—	—	1	1	—	—
<i>Hylaeus nigrinus</i> (Fabricius, 1798)	—	—	—	—	—	—	1	1
Семейство Andrenidae								
<i>Andrena denticulata</i> (Kirby, 1802)	8	2	5	2	12	2	2	1
<i>Andrena dorsata</i> (Kirby, 1802)	—	—	—	—	3	1	—	—
<i>Andrena flavipes</i> (Panzer, 1799)	—	—	—	—	3	1	—	—
<i>Andrena tarsata</i> Nylander, 1848	2	1	—	—	—	—	—	—
<i>Andrena tridentata</i> (Kirby, 1802)	1	1	—	—	—	—	—	—
Семейство Halictidae								
<i>Halictus laticeps</i> Morawitz, 1890	—	—	—	—	—	—	1	1
<i>Halictus maculatus</i> Smith, 1848	—	—	1	1	1	1	1	1
<i>Halictus quadricinctus</i> (Fabricius, 1776)	—	—	—	—	—	—	1	1
<i>Halictus seladonius</i> (Fabricius, 1794)	—	—	1	1	—	—	—	—
<i>Halictus sexcinctus</i> (Fabricius, 1775)	1	1	—	—	—	—	—	—
<i>Halictus subauratus</i> (Rossi, 1792)	1	1	—	—	2	1	—	—
<i>Halictus tumulorum</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	—	—	—	—	—	—
<i>Lasioglossum aeratum</i> (Kirby, 1802)	—	—	1	1	—	—	—	—
<i>Lasioglossum albipes</i> (Fabricius, 1781)	3	1	—	—	7	2	—	—
<i>Lasioglossum calceatum</i> (Scopoli, 1763)	3	1	—	—	1	1	—	—

Продолжение табл. 2

Continue table 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Lasioglossum interruptum</i> (Panzer, 1798)	–	–	1	1	–	–	–	–
<i>Lasioglossum laticeps</i> (Schenck, 1870)	–	–	–	–	13	2	–	–
<i>Lasioglossum lativentre</i> (Schenck, 1853)	–	–	–	–	1	1	–	–
<i>Lasioglossum lineare</i> (Schenck, 1870)	1	1	–	–	–	–	–	–
<i>Lasioglossum majus</i> (Nylander, 1852)	–	–	2	1	36	3	–	–
<i>Lasioglossum morio</i> (Fabricius, 1793)	1	1	1	1	1	1	–	–
<i>Lasioglossum sexnotatum</i> (Kirby, 1802)	–	–	–	–	1	1	–	–
<i>Lasioglossum vapires</i> (Morawitz, 1876)	–	–	1	1	–	–	1	1
<i>Sphecodes monilicornis</i> (Kirby, 1802)	–	–	–	–	3	1	1	1
<i>Sphecodes pellucidus</i> Smith, 1845	–	–	–	–	3	1	–	–
<i>Sphecodes reticulatus</i> Thomson, 1870	–	–	–	–	1	1	–	–
Семейство Megachilidae								
<i>Anthidium septemspinosa</i> (Lepeletier, 1841)	–	–	–	–	–	–	1	1
<i>Heriades crenulata</i> Nylander, 1856	–	–	–	–	1	1	–	–
<i>Megachile melanopyga</i> Costa, 1863	–	–	–	–	–	–	1	1
Семейство Melittidae								
<i>Dasypoda hirtipes</i> (Fabricius, 1793)	1	1	–	–	–	–	–	–
Семейство Apidae								
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	24	3	125	4	12	2	22	3
<i>Bombus (Psithyrus) barbutellus</i> Kirby, 1802	1	1	–	–	1	1	–	–
<i>Bombus (Psithyrus) bohemicus</i> Seidl, 1838	1	1	1	1	42	3	1	1
<i>Bombus (Psithyrus) campestris</i> (Panzer, 1801)	1	1	–	–	6	2	–	–
<i>Bombus (Psithyrus) rupestris</i> (Fabricius, 1793)	1	1	2	1	47	3	1	1
<i>Bombus (Psithyrus) sylvestris</i> (Lepeletier, 1832)	–	–	–	–	2	1	–	–
<i>Bombus (Psithyrus) vestalis</i> (Geoffroy, 1785)	2	1	1	1	46	3	–	–
<i>Bombus confusus</i> Schenck, 1861	–	–	2	1	–	–	–	–
<i>Bombus hortorum</i> (Linnaeus, 1761)	–	–	1	1	1	1	–	–
<i>Bombus humilis</i> Illiger, 1806	1	1	6	2	8	2	1	1
<i>Bombus hypnorum</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	3	1	4	1	–	–
<i>Bombus jonellus</i> (Kirby, 1802)	2	1	–	–	2	1	–	–
<i>Bombus laesus</i> Morawitz, 1875	–	–	3	1	–	–	–	–
<i>Bombus lapidarius</i> (Linnaeus, 1758)	2	1	69	4	78	4	2	1
<i>Bombus lucorum</i> (Linnaeus, 1761)	6	2	8	2	53	3	2	1
<i>Bombus pascuorum</i> (Scopoli, 1763)	5	2	10	2	17	3	1	1
<i>Bombus pratorum</i> (Linnaeus, 1761)	1	1	–	–	2	1	–	–
<i>Bombus ruderalis</i> (Müller, 1776)	13	3	1	1	7	2	–	–
<i>Bombus semenoviellus</i> Skorikov, 1910	–	–	1	1	7	2	–	–
<i>Bombus soroeensis</i> (Fabricius, 1776)	–	–	1	1	2	1	–	–
<i>Bombus sylvarum</i> (Linnaeus, 1761)	–	–	3	1	–	–	–	–
<i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus, 1758)	77	4	87	4	114	4	3	1
<i>Epeolus cruciger</i> (Panzer, 1799)	2	1	–	–	–	–	–	–
<i>Nomada obtusifrons</i> Nylander, 1848	–	–	–	–	1	1	–	–
<i>Nomada rufipes</i> Fabricius, 1793	–	–	–	–	2	1	–	–
Надсемейство VESPOIDEA								
Семейство Vespidae								
<i>Ancistrocerus antilope</i> (Panzer, 1789)	–	–	–	–	2	1	–	–
<i>Ancistrocerus gazella</i> (Panzer, 1798)	4	2	–	–	5	2	–	–

Окончание табл. 2

Ending table 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Ancistrocerus ichneumonideus</i> (Ratzeburg, 1844)	—	—	—	—	2	1	—	—
<i>Ancistrocerus nigricornis</i> (Curtis, 1826)	2	1	—	—	11	2	—	—
<i>Ancistrocerus parietinus</i> (Linnaeus, 1761)	—	—	—	—	6	2	—	—
<i>Ancistrocerus parietum</i> (Linnaeus, 1758)	3	1	—	—	3	1	—	—
<i>Ancistrocerus trifasciatus</i> (Müller, 1776)	3	1	—	—	4	1	—	—
<i>Discoelius dufourii</i> (Lepeletier, 1841)	—	—	—	—	3	1	—	—
<i>Discoelius zonalis</i> (Panzer, 1801)	—	—	—	—	1	1	—	—
<i>Dolichovespula saxonica</i> (Fabricius, 1793)	1	1	—	—	4	1	2	1
<i>Dolichovespula sylvestris</i> (Scopoli, 1763)	1	1	—	—	—	—	1	1
<i>Eumenes coarctatus</i> (Linnaeus, 1758)	—	—	—	—	8	2	—	—
<i>Eumenes coronatus</i> (Panzer, 1799)	2	1	—	—	4	1	—	—
<i>Eumenes pedunculatus</i> (Panzer, 1799)	2	1	1	1	2	1	—	—
<i>Euodynerus notatus</i> (Jurine, 1807)	—	—	—	—	1	1	—	—
<i>Polistes dominula</i> (Christ, 1791)	27	3	47	4	94	4	105	5
<i>Polistes nimpha</i> (Christ, 1791)	—	—	3	1	7	2	1	1
<i>Symmorphus bifasciatus</i> (Linnaeus, 1761)	2	1	—	—	—	—	—	—
<i>Symmorphus fuscipes</i> (Herrich-Schäffer, 1838)	2	1	—	—	1	1	—	—
<i>Vespula rufa</i> (Linnaeus, 1758)	—	—	—	—	3	1	—	—
<i>Vespa crabro</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	—	—	—	—	—	—
<i>Vespula germanica</i> (Fabricius, 1793)	1	1	—	—	3	1	34	4
<i>Vespula vulgaris</i> (Linnaeus, 1758)	—	—	—	—	2	1	7	2
Всего	322		412		842		229	
Число видов	59		40		87		34	

Из данных табл. 2 следует, что наибольшим числом видов в исследуемых гильдиях представлены семейства Apidae, Halictidae, Crabronidae и Vespidae (от 21 до 26 видов). Большинство зарегистрированных на золотарниках Apidae – полилектичные шмели рода *Bombus* L., а также клептопаразитические шмели-кукушки *Psithyrus* L. Представители этих родов следуют правилу цветочной константности [25], как можно дольше посещая соцветия или цветки одного и того же вида растений. Благодаря этому такие пчелиные вносят значительный вклад в семенное воспроизводство посещаемых растений, способствуя переносу пыльцы с одного соцветия на другое. Важно отметить, что обильный во всех выборках земляной шмель (*Bombus terrestris*), как было выяснено в ходе ранее выполненных исследований [26], проявляет тенденцию к доминированию в сообществах антофильных насекомых, что подтверждается результатами нашей работы.

Представители семейства Halictidae по большей части являются полилектами, однако некоторые виды предпочитают посещать соцветия растений семейства Сложноцветные [27; 28]. Отмеченные нами галикты – небольшие пчелиные со средне или слабо выраженным опушением тела, посещающие соцветия золотарников и следующие правилу цветочной константности, упомянутому выше.

Crabronidae и Vespidae – оообразные, которые посещают соцветия растений для питания и охоты. Имаго питаются нектаром, однако для выкармливания личинок им необходима животная пища. Особенности морфологии соцветий золотарников способствуют успешной ловле добычи, так как они привлекают широкий спектр насекомых как для питания, так и для пребывания. В исследуемых выборках было отмечено значительное количество особей *Philanthus triangulum* (Crabronidae), *Polistes dominula* и *Vespula germanica* (Vespidae). Наиболее высокие значения относительного обилия (4–5 классы обилия) были характерны во все годы проведения исследований для *P. dominula*.

Погодичная динамика и межгодовые различия структуры гильдий были проанализированы по материалам, собранным за весь период исследований в одной точке, характеризовавшейся сплошным покрытием золотарников (окрестности р. Мышка, г. Минск).

Для оценки статистической достоверности различий выборок разных лет были использованы непараметрические критерии Манна – Уитни и Колмогорова – Смирнова. Значения *P*-критерия для соответствующих пар сравнения представлены в табл. 3.

Таблица 3

Значения *p*-критерия при попарном сравнении выборок разных лет с использованием тестов Манна – Уитни (выше диагонали) и Колмогорова – Смирнова (ниже диагонали)

Table 3

P-values after using Mann – Whitney (above) and Kolmogorov – Smirnov (below) two-sample tests of samples from different years

Год	Значения <i>p</i> -критерия			
	2021	2022	2023	2024
2021	×	0,006	0,0002	0,46
2022	0,107	×	0, > 000001	0,0005
2023	0,001	0, > 000001	×	0,001
2024	0,997	0,011	0,011	×

Расчеты подтверждают статистическую значимость наблюдаемых различий между выборками 2021 и 2022 гг., 2021 и 2023, 2022 и 2024, 2023 и 2024 гг. ($p < 0,05$). Не являются статистически значимыми различия между выборками 2021 и 2024 гг., а также 2022 и 2023 гг. Наблюдаемые существенные различия между выборками 2022 и 2023 гг. обусловлены значительной разницей в числе отмеченных видов и коллектированных особей. В 2022 г. на рассматриваемом стационаре в период активного цветения золотарников было проведено выкашивание травостоя, что обусловило меньший объем выборки антофилов. Различия между выборками 2021 и 2024 гг. указывают на несходство состава рассматриваемых энтомокомплексов, что может являться результатом естественной смены фуражирующих на данном местопрорастании золотарников антофильных насекомых под давлением присутствующих в сообществе многочисленных и доминантных (в 2024 г.) видов.

Для группирования в многомерном пространстве в ходе кластерного анализа, выполненного средствами PAST для коллектированных в разные годы выборок, был использован коэффициент сходства Брэя – Кертиса. Результаты построения дендрограммы представлены на рис. 3.

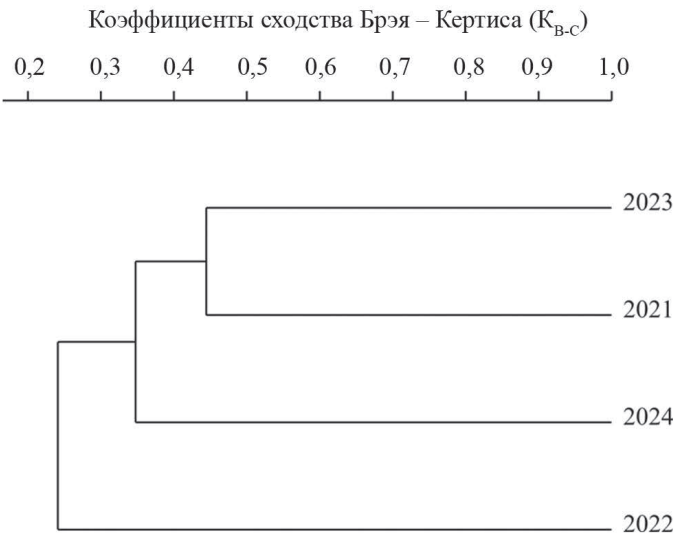


Рис. 3. Дендрограмма сходства видового состава гильдии жалящих перепончатокрылых – посетителей соцветий инвазивных золотарников (*Solidago canadensis* L. s. l.) в окрестностях р. Мышка (г. Минск)

Fig. 3. Dendrogram of species composition similarity in the guild of the stinging Hymenoptera (Aculeata) visiting inflorescences of invasive goldenrods (*Solidago canadensis* L. s. l.) in the vicinity of the Myshka river (Minsk)

Формирование на дендрограмме кластера из выборок в 2021 и 2023 гг. указывает на сходство энтомокомплексов посетителей соцветий золотарников на участке их произрастания в окрестностях р. Мышка в эти годы ($K_{B-C} = 0,444$). Отдельную ветвь со сходными показателями коэффициента Брэя – Кертиса

образует энтомокомплекс посетителей золотарников в исследуемом местопроизрастании в 2024 г. ($K_{B-C} = 0,379$). Как было отмечено выше, в 2022 г. на рассматриваемом стационаре была выкошена значительная часть цветущих травянистых растений, что не могло не сказаться на привлекательности биотопа для антофильных насекомых и объясняет низкие показатели сходства с выборками 2021, 2023 и 2024 гг. При этом высокое сходство между выборками остальных лет позволяет предположить, что жалящие перепончатокрылые, отмеченные в эти годы, будут посещать соцветия золотарников в данном местопроизрастании и в последующем, то есть можно предположить формирование достаточно стабильной гильдии антофильных насекомых – посетителей соцветий *Solidago canadensis* s. l.

Результаты анализа погодичной динамики структуры гильдий посетителей соцветий золотарников в аспекте представительства отдельных семейств визуализированы на рис. 4.

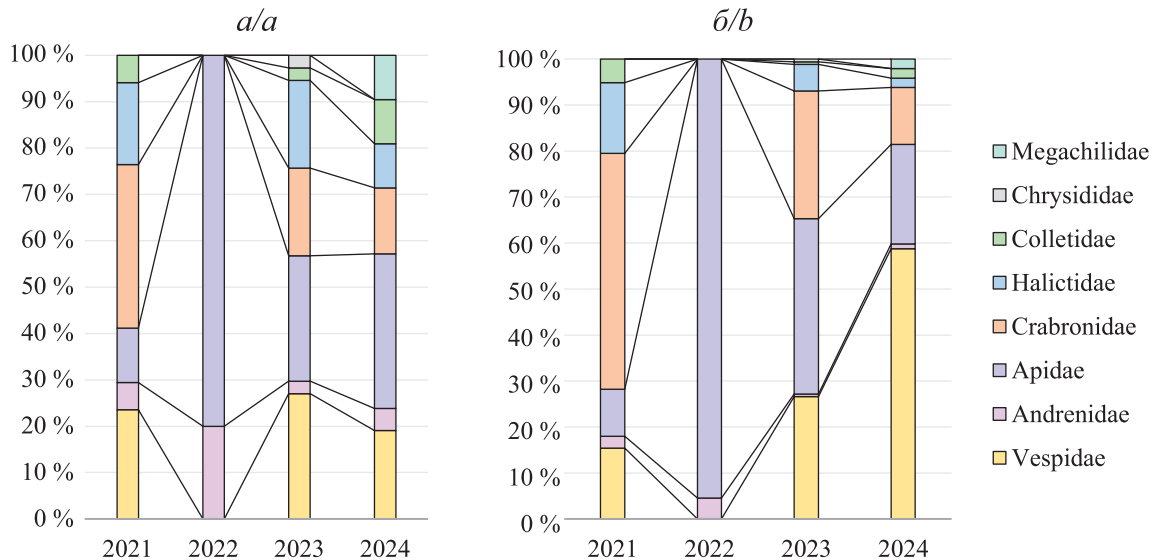


Рис. 4. Погодичная динамика структуры гильдии жалоносных перепончатокрылых (Aculeata) – посетителей соцветий инвазивных золотарников (*Solidago canadensis* L. s. l.) в окрестностях р. Мышка (г. Минск) в 2021–2024 гг.: а – относительное видовое богатство; б – относительное обилие

Fig. 4. Interannual dynamics of the guild structure of the stinging Hymenoptera (Aculeata) visiting inflorescences of invasive goldenrods (*Solidago canadensis* L. s. l.) in the vicinity of the Myshka river (Minsk) in 2021–2024: а – conditional species richness; б – relative abundance

Исходя из данных гистограммы, наблюдается выпадение энтомокомплекса посетителей золотарников 2022 г. из общей тенденции изменений структуры рассматриваемой гильдии, однако ввиду обнаруженных статистически незначимых различий между выборками 2022 и 2023 гг. из данного факта не стоит делать определенные выводы. В целом, можно наблюдать постепенное повышение относительного обилия особразных семейства Vespidae, по большей части за счет бумажных ос *Polistes dominula*. Представители этого вида посещают соцветия золотарников не только для питания, но и для охоты, которую они осуществляют для выкармливания личинок животной пищей. Полисты охотятся на различных насекомых, питающихся пыльцой, нектаром или частями соцветий и листьев золотарников, а также могут охотиться на мелких пчелиных. Эти осы характеризуются эусоциальностью, что объясняет одновременное присутствие на соцветиях золотарников большого числа самок. Также в зарослях золотарников бумажные осы способны устраивать свои гнезда, благодаря чему расстояние между местом охоты и гнездом значительно сокращается. Присутствие хищников на соцветиях может в дальнейшем влиять на количество пчелиных, активно фуражирующих на этих растениях.

Максимальная доля Apidae в структуре рассматриваемой гильдии наблюдалась в 2022 г. (95,5 % от всей выборки), однако данные табл. 2 указывают на то, что в этот год количество коллектированных насекомых было наименьшим, и абсолютно преобладали пчелиные. Объем выборки сложно назвать репрезентативным в контексте изучения погодичной динамики рассматриваемой гильдии. Наибольшая доля Apidae из выборок других лет, характеризовавшихся большим количеством коллектированных особей жалоносных перепончатокрылых, была отмечена в 2023 г. (38,2 % от общего числа особей).

Исходя из данных гистограммы, прослеживается постепенное уменьшение доли песочных (Crabronidae) при увеличении доли настоящих ос (Vespidae) и небольшом снижении доли пчелиных (Apidae). Такая тенденция изменений в гильдиях посетителей золотарников уже была отмечена нами ранее в работах, посвященных посетителям соцветий золотарников в условиях Минска и на территории Национального парка

«Нарочанский» [10–12]. Можно предположить, что оособразные (Vespoidea) разных таксонов, схожие по трофическим предпочтениям и характеру охоты, но отличающиеся особенностями гнездового поведения [29], конкурируют друг с другом не столько за кормовой ресурс, сколько за территорию, подходящую для охоты и построения гнезд. Для подтверждения этого предположения стоит продолжить исследования в данном направлении.

Для сообществ посетителей соцветий инвазивных золотарников, произраставших в окрестностях р. Мышка, были рассчитаны значения индекса видового разнообразия Шеннона, которые приведены на рис. 5.

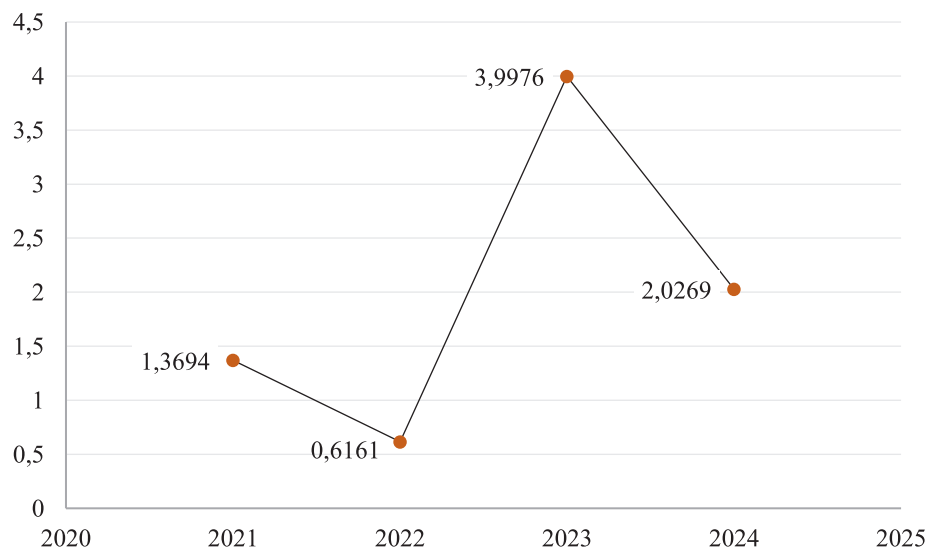


Рис. 5. Значения индекса Шеннона для гильдий перепончатокрылых – посетителей соцветий инвазивных золотарников (*Solidago canadensis* L. s. l.) в окрестностях р. Мышка (Минск) в 2021–2024 гг.

Fig. 5. Shannon index values for Hymenoptera (Aculeata) guilds on invasive goldenrods (*Solidago canadensis* L. s. l.) in the vicinity of the Myshka river (Minsk) in 2021–2024

На значение индекса Шеннона напрямую влияет количество представленных в рассматриваемой выборке видов. Наибольшая разница в значениях индекса наблюдается между выборками 2022 и 2023 гг., что хорошо соотносится с результатами, представленными на рис. 4. После значительного уменьшения как видового богатства, так и общего количества коллектированных особей посетителей соцветий в связи с выкосом травостоя и, следовательно, снижением количества пыльцы и нектара, которые способны предоставить в качестве кормового ресурса для антофильных насекомых оставшиеся золотарники на данном участке, наблюдается быстрое восстановление сообщества, – для выборки следующего года наблюдается максимальное значение индекса Шеннона за весь период исследований. Можно предположить, что вместе с изъятými травянистыми растениями также были разрушены некоторые гнезда оособразных из числа проявляющих тенденцию к доминированию в сообществах посетителей золотарников, ввиду чего в данном местопроизрастании золотарников и вблизи них смогли поселиться другие антофильные насекомые.

Наиболее высокое значение индекса было характерно для выборки 2023 г. Данные табл. 2 и рис. 4 также указывают на то, что в том сезоне было отмечено максимальное число видов Aculeata (37 видов) из разных семейств и надсемейств. Многие из них отнесены к 3 классу обилия (обычные виды), то есть в выборке присутствовало сходное среднее количество особей каждого из этих видов. Это указывает на относительную выравненность рассматриваемого сообщества. Такие результаты могут быть обусловлены благоприятным для сообщества соотношением видов, обладающих различной пищевой специализацией и/или фуражирующих в разное время. Так, среди посетителей соцветий золотарников в рассматриваемом местопроизрастании в 2023 г. выделены в качестве обычных видов настоящие осы, песочные осы, пчелиные различных размеров (как мелкие галиктиды, так и крупные шмели), характеризующиеся разной длиной хоботка. Предположительно, при гармоничном соотношении видов различных таксонов, отсутствии доминантов и при достаточной площади сплошных зарослей золотарника посещающие соцветия перепончатокрылые проявляют межвидовую конкуренцию в меньшей степени.

Для выборки, включающей сборы перепончатокрылых 2024 г., характерно более низкое значение индекса Шеннона. Количество видов посетителей соцветий золотарников стало меньше (21 вид), в структуре

выборки наблюдается значительное преобладание бумажных ос *Polistes dominula*. Количество особей этого вида, отмеченное на соцветиях золотарников в указанном местопроизрастании в 2024 г., предпороговое для отнесения его к доминантам. Как уже было отмечено ранее, присутствие доминантных видов ведет к обеднению комплекса и снижению выравненности, к чему чувствителен используемый нами индекс разнообразия. Увеличение учетной численности бумажных ос может быть обусловлено наличием гнезд поблизости от местопроизрастания золотарников и, следовательно, значительным количеством зимующих оплодотворенных самок, которые способны в наступающем сезоне дать начало новому гнезду в той же или близлежащей локации.

Таким образом, можно предположить, что периодический выкос сплошных зарослей золотарников позволяет не только регулировать распространение инвазивных *Solidago*, но и косвенно контролировать численность питающихся на золотарниках бумажных ос с целью сохранения биоразнообразия антофильных насекомых в такого рода биотопах.

Заключение

По результатам исследований, выполненных в течение полевых сезонов 2021–2024 гг. на 16 стационарах в границах Минской возвышенности, на соцветиях инвазивных золотарников (*Solidago canadensis* L. s. l.) было выявлено 122 вида жалоносных перепончатокрылых насекомых (Hymenoptera: Aculeata). В их числе 25 видов настоящих пчел, 23 вида настоящих ос, 22 вида песочных ос, 21 вид галиктид, 14 видов коллетид, 5 видов андренид, 4 вида ос-блестянок, 3 вида пчел-листорезов, 3 вида сфецид, 1 вид сколий и 1 вид мелиттид.

Использование ограниченной сверху 5-балльной логарифмической шкалы применительно к данным по относительному обилию в сборах за 4 года позволило отнести один вид (*Bombus terrestris* L.) к доминантным, 6 видов – к многочисленным, 13 видов – к обычным, 16 – к малочисленным, 86 – к единичным видам. Наибольшими значениями показателя относительного обилия характеризовались особые *Polistes dominula* (Christ), *Philanthus triangulum* (F.), *Vespula germanica* F., а также пчелиные *Bombus terrestris* (L.), *Apis mellifera* L., *Bombus lapidarius* L.

Погодичная динамика и межгодовые различия в структуре гильдии посетителей соцветий инвазивных золотарников оценивались на основе сборов за весь период исследований в одном местопроизрастании золотарников в окрестностях р. Мышка (г. Минск). Как по видовому богатству, так и относительному обилию из года в год выделялись песочные (Crabronidae) и настоящие (Vespidae) осы, а также настоящие пчелиные (Apidae). При этом прослеживалось постепенное уменьшение доли песочных при увеличении доли настоящих ос и небольшом снижении доли настоящих пчелиных.

Значения информационного индекса биоразнообразия Шеннона были относительно высокими для выборок, коллектированных в 2023–2024 гг., что указывает на формирование относительно выравненного сообщества, характеризующегося значительным видовым разнообразием.

Библиографические ссылки

1. Дубовик ДВ, Дмитриева СА, Ламан НА, и др. *Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения*. Минск: Беларуская навука; 2020. 407 с.
2. Тихомиров ВН, Ровенская ИА. Внутри- и межпопуляционная изменчивость *Solidago canadensis* L. s. l. в Беларуси. *Журнал Белорусского государственного университета. Биология*. 2019;3:67–78. DOI: 10.33581/2521-1722-2019-3-67-78.
3. Abhilasha D, Quintana N, Vivanco J, Joshi J. Do allelopathic compounds in invasive *Solidago canadensis* s. l. restrain the native European flora? *Journal of Ecology*. 2008;96:993–1001. DOI: 10.1111/j.1365-2745.2008.01413.x
4. Semple JC, Cook RE. *Solidago* Linnaeus. In: Flora of North America Editorial Committee. Flora of North America. Volume 20. Magnoliophyta: Asteridae. Part 2, Astereae and Senecioneae. New York: Oxford University Press; 2006. 690 p.
5. Губанов ИА, Киселева КВ, Новиков ВС, Тихомиров ВН. *Иллюстрированный определитель растений Средней России. Том 3. Покрывосеменные (двудольные: раздельнолепестные)*. Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 520 с.
6. Dubovik DV, Skuratovich AN, Miller D. The invasiveness of *Solidago canadensis* in the reserve «Prilepsky» (Belarus). *Nature Conservation Research (Заповедная наука)*. 2019;4 (2):48–56. DOI: 10.24189/ncr.2019.013.
7. Sun S-G, Montgomery BR. Contrasting effects of plant invasion on pollination of two native species with similar morphologies. *Biological Invasions*. 2013;15:2165–2177. DOI: 10.1007/s10530-013-0440-0
8. van Hengstum T, Hoofman DAP, Oostermeijer JGB, van Tienderen PH. Impact of plant invasions on local arthropod communities: a meta-analysis. *Journal of Ecology*. 2014;102:4–11. DOI: 10.1111/1365-2745.12176.
9. Moron D. Wild pollinator communities are negatively affected by invasion of alien goldenrods in grassland landscapes. *Biological Conservation*. 2009;142:1322–1332. DOI: 10.1016/j.biocon.2008.12.036.
10. Коротева ДО. Структура сообществ жалоносных перепончатокрылых (Hymenoptera: Aculeata) – посетителей соцветий инвазивных золотарников (*Solidago*) в условиях урбанизированной среды г. Минска. *Вестник Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 5. Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія*. 2022;12(2):101–109.
11. Шейко АА, Коротева ДО, Буга СВ. Гильдии жалоносных перепончатокрылых (Hymenoptera: Aculeata) – посетителей соцветий золотарников (*Solidago* L.) в условиях открытых биотопов Национального парка «Нарочанский». *Журнал Белорусского государственного университета. Экология*. 2022;3:12–25. <https://doi.org/10.46646/2521-683X/2022-3-12-25>

12. Коротева ДО. Погодная динамика энтомокомплексов жалоносных перепончатокрылых (Hymenoptera: Aculeata) – консортов инвазивных золотарников (*Solidago*) в условиях г. Минска. *Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сэрыя біялагічных навук*. 2024;69(2):169–176. <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2024-69-2-169-176>.
13. Шмелев ВМ, Панкрушина АН. Особенности распространения инвазивных *Solidago* (Asteraceae) и их воздействие на природные виды. *Вестник Тверского государственного университета. Серия Биология и экология*. 2019;3(55):130–135. DOI: 10.26456/vtbiol105.
14. Пономарева АА. Надсемейство Apoidea. *Определитель насекомых Европейской части СССР. Том 3. Перепончатокрылые. Часть 1*. Москва, Ленинград: Наука; 1978. с. 279–519.
15. Gokceade J. *Feldbestimmungsschlüssel für die Hummeln Deutschlands, Österreichs und der Schweiz*. Leipzig: Quelle & Mayer; 2010. 48 p.
16. Тобиас ВИ. Надсемейство Vespoidea. *Определитель насекомых Европейской части СССР. Том 3. Перепончатокрылые. Часть 1*. Москва, Ленинград: Наука; 1978. с. 147–173.
17. Казенас ВЛ. *Роющие осы Казахстана и Средней Азии (Hymenoptera, Sphecidae)*. *Определитель*. Алма-Ата: Наука; 1978. 172 с.
18. Van Achterberg C. Review of the European *Eumenes* Latreille (Hymenoptera, Vespidae) using morphology and DNA barcodes, with an illustrated key to species. *ZooKeys*. 2023;1143:93–163.
19. Douwes P, Abenius J, Cederberg B, et al. Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Steklar: Myror–getingar. Hymenoptera: Formicidae–Vespidae. Uppsala: ArtDatabanken SLU; 2012. 382 p.
20. Schmid-Egger C, van Achterberg C, Neumeyer R, et al. Revision of the West Palaearctic *Polistes* Latreille, with the descriptions of two species – an integrative approach using morphology and DNA barcodes (Hymenoptera, Vespidae). *Zookeys*. 2017;713:53–112.
21. Dvořák L, Roberts PM. Key to the paper and social wasps of Central Europe (Hymenoptera: Vespidae). *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*. 2006;46:221–244.
22. Песенко ЮА. *Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях*. Москва: Наука; 1982. 288 с.
23. PAST 4. Manual. Naturhistorisk museum. Universitetet i Oslo. [Internet, cited 21 January 2025]. Available from: <https://www.nhm.uio.no/english/research/resources/past/do-wnloads/past4manual.pdf>.
24. Антропов АВ, Астафурова ЮВ, Белокобыльский СА, и др. Аннотированный каталог перепончатокрылых насекомых России. Том I. Сидячебрюхие (Symphyta) и Жалоносные (Aprocrita: Aculeata). *Труды Зоологического института РАН*. 2017;321(6):5–475.
25. Гринфельд ЭК. *Происхождение и развитие антофилии у насекомых*. Ленинград: Издательство Ленинградского университета; 1978. 208 с.
26. Herbertsson L, Khalaf R, Johnson K, et al. Long-term data shows increasing dominance of *Bombus terrestris* with climate warming. *Basic and Applied Ecology*. 2021;53:116–123. DOI: 10.1016/j.baae.2021.03.008.
27. Fiordaliso W, Saiz SR, Wood TJ, et al. Inventaire et conservation des abeilles sauvages (Hymenoptera: Anthophila) du sillon industriel hainuyer (Belgique). *Belgian Journal of Entomology*. 2022;132:1–64.
28. Murao R, Tadauchi O, Miyanaga R. The bee family Halictidae (Hymenoptera, Apoidea) from Central Asia collected by the Kyushu and Shimane Universities Expeditions. *Biodiversity Data Journal*. 2017;5:1–43. <https://doi.org/10.3897/BDJ.5.e15050>
29. Шляхтенко АС. *Аннотированный каталог ос (Hymenoptera, Aprocrita, Aculeata) Беларуси*. Минск: Беларуская навука; 2013. 259 с.

References

1. Dubovik DV. *Chernaya kniga flory Belarusi: chuzherodnye vredonosnye rasteniya* [Black Book of the flora of Belarus: alien harmful plants]. Minsk: Belaruskaya navuka; 2020. 407 p. Russian.
2. Tikhomirov VN, Ravenskaya IA. Intra- and interpopulation variability of *Solidago canadensis* L. s. l. in Belarus. *Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya* [Journal of the Belarusian State University. Biology]. 2019;3:67–78. Russian. DOI: 10.33581/2521-1722-2019-3-67-78.
3. Abhilasha D, Quintana N, Vivanco J, Joshi J. Do allelopathic compounds in invasive *Solidago canadensis* s. l. restrain the native European flora? *Journal of Ecology*. 2008;96:993–1001. DOI: 10.1111/j.1365-2745.2008.01413.x
4. Semple JC, Cook RE. *Solidago* Linnaeus. In: Flora of North America Editorial Committee. Flora of North America. Volume 20. Magnoliophyta: Asteridae. Part 2, Astereae and Senecioneae. New York: Oxford University Press; 2006. 690 p.
5. Gubanov IA, Kiseleva KV, Novikov VS, Tikhomirov VN. *Illyustrirovannyi opredelitel' rastenii Srednei Rossii. Tom 3. Pokrytosemennye (dvudol'nye: razdel'nolepestnye)*. [Illustrated identification key of plants of Central Russia. Volume 3. Angiosperms (dictyocledons: choripetalous)]. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK; 2004. 520 p. Russian.
6. Dubovik DV, Skuratovich AN, Miller D. The invasiveness of *Solidago canadensis* in the reserve «Prilepsky» (Belarus). *Zapovednaya nauka* [Nature Conservation Research]. 2019;4 (2):48–56. DOI: 10.24189/ncr.2019.013.
7. Sun S-G, Montgomery BR. Contrasting effects of plant invasion on pollination of two native species with similar morphologies. *Biological Invasions*. 2013;15:2165–2177. DOI: 10.1007/s10530-013-0440-0
8. van Hengstum T, Hoofman DAP, Oostermeijer JGB, van Tienderen PH. Impact of plant invasions on local arthropod communities: a meta-analysis. *Journal of Ecology*. 2014;102:4–11. DOI: 10.1111/1365-2745.12176.
9. Moron D. Wild pollinator communities are negatively affected by invasion of alien goldenrods in grassland landscapes. *Biological Conservation*. 2009;142:1322–1332. DOI: 10.1016/j.biocon.2008.12.036.
10. Koroteeva DO. Species composition of Aculeata (Hymenoptera) visiting invasive goldenrod (*Solidago*) inflorescences in Minsk urbanization. *Vesnik Hrodzenskaha Dziarzhavnaia Universiteta Imia Ianki Kupaly. Seriya 5. Ekanomika. Satsyialohiia* [Vesnik of Yanka Kupala State University of Grodno. Series 5. Economics. Sociology. Biology]. 2022;12(2):101–109. Russian.
11. Sheiko AA, Koroteeva DO, Buga SV. Guilds of Aculeata (Hymenoptera) visiting the goldenrod inflorescences (*Solidago* L.) in open-field area in «Narochansky» National park. *Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekologiya* [Journal of the Belarusian State University. Ecology]. 2022;3:12–25. Russian. <https://doi.org/10.46646/2521-683X/2022-3-12-25>
12. Koroteeva DO. Annual dynamics of entomocomplexes of stinging Hymenoptera (Hymenoptera: Aculeata) – consorts of invasive goldenrods (*Solidago*) in the conditions of Minsk. *Izvestiya Nacional'noj akademii nauk Belarusi. Seriya biologicheskikh nauk* [Proceedings

of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series]. 2024;69(2):169–176. Russian. <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2024-69-2-169-176>.

13. Shmelev VM, Pankrushina AN. Spreading of invasive *Solidago* (Asteraceae) and their impact on native species. *Vestnik TvGU. Seriya: Biologiya i ekologiya* [Herald of Tver State University. Series Biology and ecology]. 2019;3(55):130–135. Russian. DOI: 10.26456/vtbio105.

14. Ponomareva AA. Superfamily Apoidea. *Opredelitel' nasekomykh Evropeiskoi chasti SSSR* [Identification key for insects of the European part of the USSR], Volume 3. Hymenoptera. Moscow, Leningrad: Nauka; 1978. p. 279–519. Russian.

15. Gokcezade J. Feldbestimmungsschlüssel für die Hummeln Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Leipzig: Quelle & Mayer; 2010. 48 p.

16. Tobias VI. Superfamily Vespoidea. *Opredelitel' nasekomykh Evropeiskoi chasti SSSR* [Identification key for insects of the European part of the USSR], Volume 3. Hymenoptera. Moscow, Leningrad: Nauka; 1978. P. 147–173 Russian.

17. Kazenas WL. *Royushchie osy Kazakhstana i Srednei Azii (Hymenoptera, Sphecidae). Opredelitel'* [The digger wasps of Kazakhstan and Middle Asia. The determinant]. Alma-Ata: Nauka; 1978. 172 p. Russian.

18. Van Achterberg C. Review of the European *Eumenes* Latreille (Hymenoptera, Vespidae) using morphology and DNA barcodes, with an illustrated key to species. *ZooKeys*. 2023;1143:93–163.

19. Douwes P, Abenius J, Cederberg B, et al. Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Steklar: Myror–getingar. Hymenoptera: Formicidae–Vespidae. Uppsala: ArtDatabanken SLU; 2012. 382 p.

20. Schmid-Egger C, van Achterberg C, Neumeyer R, et al. Revision of the West Palaearctic *Polistes* Latreille, with the descriptions of two species – an integrative approach using morphology and DNA barcodes (Hymenoptera, Vespidae). *Zookeys*. 2017;713:53–112.

21. Dvořák L, Roberts PM. Key to the paper and social wasps of Central Europe (Hymenoptera: Vespidae). *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*. 2006;46:221–244.

22. Pesenko YuA. *Printsipy i metody kolichestvennogo analiza v faunisticheskikh issledovaniyakh* [Principles and methods of quantitative analysis in faunistic research], Moscow: Nauka; 1982. 288 p. Russian.

23. PAST 4. Manual. Naturhistorisk museum. Universitetet i Oslo. [Internet, cited 2025 January 21]. Available from: <https://www.nhm.uio.no/english/research/resources/past/do-wnloads/past4manual.pdf>.

24. Antropov AV, Astafurova YuV, Belokobyl'skii SA, et al. Annotated catalogue of the Hymenoptera of Russia. Volume 1, Symphyta and Apocrita: Aculeata. *Trudy Zoologicheskogo instituta Rossiiskoi akademii nauk* [Proceedings of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences]. 2017;321(6):5–475 p. Russian.

25. Grinfel'd EK. *Proiskhozhdenie i razvitie antofilii u nasekomykh* [The origin and development of anthophilia in insects]. Leningrad: Izdatel'stvo LGU; 1978. 208 p. Russian.

26. Herbertsson L, Khalaf R, Johnson K, et al. Long-term data shows increasing dominance of *Bombus terrestris* with climate warming. *Basic and Applied Ecology*. 2021;53:116–123. DOI: 10.1016/j.baec.2021.03.008.

27. Fiordaliso W, Saiz SR, Wood TJ, et al. Inventaire et conservation des abeilles sauvages (Hymenoptera: Anthophila) du sillon industriel hainuyer (Belgique). *Belgian Journal of Entomology*. 2022;132:1–64.

28. Murao R, Tadauchi O, Miyanaga R. The bee family Halictidae (Hymenoptera, Apoidea) from Central Asia collected by the Kyushu and Shimane Universities Expeditions. *Biodiversity Data Journal*. 2017;5:1–43. <https://doi.org/10.3897/BDJ.5.e15050>

29. Shlyakhtenok AS. *Annotirovanny katalog os (Hymenoptera, Apocrita, Aculeata) Belarusi* [Annotated catalogue of wasps (Hymenoptera, Apocrita, Aculeata) of Belarus]. Minsk: Belaruskaja navuka; 2013. 259 p. Russian.

Статья поступила в редколлегию 28.07.2025.
Received by editorial board 28.07.2025.