

ФАУНА, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ЖИВОТНОГО МИРА
FAUNA, ECOLOGY AND PROTECTION OF THE ANIMAL KINGDOM

УДК 504: 581.5: 712 (477.62)

DOI: 10.5281/zenodo.14532218

EDN: LZDNFY

**К ИЗУЧЕНИЮ КОНСОРТИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ АНТОФИЛЬНЫХ НАСЕКОМЫХ
И ЭНТОМОФИЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ В ДОНЕЦКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ**

© А. В. Амолин¹, О. К. Кустова²

¹ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Россия, 283050, ДНР, г. Донецк, ул. Щорса, 46

²ФГБНУ Донецкий ботанический сад
Россия, 283003, ДНР, г. Донецк, пр. Ильича, 110

Амолин А. В., Кустова О. К. К изучению консортивных комплексов антофильных насекомых и энтомофильных растений в Донецком ботаническом саду. – В статье приведены результаты многолетних исследований антофильных энтомокомплексов 23 видов цветковых растений культивируемых в Донецком ботаническом саду. Установлено посещение указанных растений 96 видами антофильных насекомых относящихся к 66 родам, 25 семействам и 3 отрядам. Наибольшее число видов включает отряд Hymenoptera (78 видов, 44 рода, 14 семейств), среди которых преобладали различные виды ос (29 видов, 21 род, 6 семейств) и пчел (47 видов, 21 род, 6 семейств). На основе анализа распределения антофильных насекомых по изучаемым видам растений выделено 7 консортивных комплексов: [*Feniculum vulgare*], [*Mentha crispa*], [*Allium ramosum* ∩ *Allium porrum*], [*Vitex angus-castus* ∩ *Vitex cannabiefolia*], [*Althaea officinalis*], [*Satureja montana* ∩ *Hyssopus officinalis* ∩ *Calamintha nepeta* ∩ *Lavandula angustifolia* ∩ *Monarda citriodora* ∩ *Nepeta transcaucasica* ∩ *Ocimum basilicum* ∩ (*Origanum heracleoticum* ∩ *Origanum sipyleum*) ∩ *Perowskia abrotanoides* ∩ *Ziziphora bungeana*], [*Salvia sclarea* ∩ *Salvia officinalis*]. Самым уникальным оказался антофильный энтомокомплекс мальвы лекарственной, включающий 1 вид пчелы (*Tetraloniella nana*) опыляющей это растение на изучаемой территории. Самым крупным является комплекс из 11 видов семейства Lamiaceae включающий 71 вид антофильных насекомых. К числу универсальных опылителей большинства изученных видов растений относятся шмели (*Bombus terrestris*, *B. lapidarius*, *B. sylvarum*, *B. hypnorum*), медоносная пчела (*Apis mellifera*), а также пчелы семейств Colletidae, Halictidae и Megachilidae.

Ключевые слова: антофильные насекомые, энтомофильные растения, консортивные комплексы, Донецкий ботанический сад.

Введение

Антофильные насекомые потребляющие пыльцу и нектар энтомофильных растений, как для собственного питания, так и для выкармливания своих личинок (пчелы) представляют собой специфические комплексы которые согласно, предложенному О. В. Скалдиной [16] термину называются антофильные энтомокомплексы. Эти комплексы являются составной частью индивидуальной консорции. При этом ядром такой консорции (автотрофом) является кормовое растение, а членами – весь комплекс антофильных насекомых, посещающих это растение для питания нектаром и пыльцой (гетеротрофные компоненты). Безусловно, любое кормовое растение, выступая как ядро консорции, может включать не только комплекс антофильных насекомых, но и другие комплексы, например, паразитов, фитофагов и других организмов, тесно связанных с данным растением.

При изучении трофических связей насекомых и энтомофильных растений особое внимание в этом отношении уделялось изучению пчел как наиболее специализированной и тесно связанной с цветковыми растениями группе насекомых. В научной литературе имеется относительно большое количество опубликованных работ о трофических связях пчел и энтомофильных растений. Подробный список таких работ приведен, например, в библиографии Ю. А. Песенко и Ю. В. Астафуровой [14]. Изучение антофильных насекомых интродуцентных видов растений проводили специалисты Пермского государственного

университета во второй половине XX века в рамках изучения экологии опыления отдельных видов растений Е. И. Демьянова и др., [9], М. С. Кайгородова, [10], а также О. В. Скалдина в Никитском ботаническом саду [15–16]. Кроме того, в работах М. Г. Кривошеиной показан видовой состав антофильных насекомых-опылителей культурных и декоративных растений в рамках программы «Альтернативные опылители» [11–12]. В данной работе рассмотрены консортивные комплексы антофильных насекомых и энтомофильных растений, выявленные в Донецком ботаническом саду (далее ДБС) в ходе многолетних наблюдений. Ранее авторами частично были опубликованы результаты данного исследования [1–5].

Цель данного исследования – выявление консортивных комплексов антофильных насекомых и энтомофильных хозяйственно-ценных растений, интродуцированных в Донецком ботаническом саду.

Материал и методы исследования

Исследования проводили в период с 2015 по 2024 гг. на коллекционно-экспозиционном участке ароматических и малораспространенных овощных растений Донецкого ботанического сада. Для наблюдений были выбраны 23 вида хозяйственно-ценных растений, успешно интродуцированных и перспективных для культивирования в степной зоне юга России, относящихся к 19 родам и 7 семействам. Это эфирномасличные, овощные, лекарственные и декоративные растения: 16 видов, относящихся к сем. Lamiaceae: *Calamintha nepeta* L., *Hyssopus officinalis* L., *Lavandula angustifolia* Mill., *Mentha crispa* L., *Monarda citriodora* Cerv., *Nepeta transcaucasica* Grossh., *Ocimum basilicum* L., *Origanum heracleoticum* L., *O. sipyleum* L., *Perowskia abrotanoides* Kar., *Salvia sclarea* L., *S. officinalis* L., *Satureja montana* L., *Ziziphora bungeana* Juz., *Vitex angust-castus* L., *V. cannabiefolia* Siebold. & Zucc.; 2 вида – к сем. Amaryllidaceae: *Allium ramosum* L., *A. porrum* L.; по 1 виду – к сем. Apiaceae – *Foeniculum vulgare* Mill., сем. Crassulaceae – *Hylotelephium spectabile* (Boreau) H. Ohba, сем. Fabaceae – *Lathyrus latifolius* L., сем. Malvaceae – *Althaea officinalis* L., сем. Asteraceae – *Cynara scolymus* L. Цветение у данных видов проходит последовательно со второй декады июня – до конца сентября и соответствует летнему и поздне-летнему ритмологическому типу. Это преимущественно многолетние кустарники, кустарнички и полукустарники, произрастающие на участке не менее 10–15 лет. Исключением являются *Monarda citriodora* и *Cynara scolymus*, культивирование которых в открытом грунте умеренной зоны возможно только в однолетнем цикле.

Основным методом исследования был визуальный учет питающихся нектаром или собирающих пыльцу насекомых на учетных растениях в течение 15–20 мин. При этом определяли частоту посещения (количество посещений насекомым кормового растения в единицу времени) и мгновенную численность (число экземпляров данного вида насекомого на учетном растении во время одной встречи). Учеты проводили один раз в неделю в сухую, солнечную погоду. Общее время исследований, включая учеты и наблюдения, составило 135 часов. Время учетов и наблюдений между исследуемыми растениями было распределено равномерно. Для отдельных видов растений учеты проводили не регулярно: *Mentha crispa* – 2015–2016 гг.; *Salvia officinalis* – 2016–2017 гг.; *Ziziphora bungeana*, *Origanum heracleoticum*, *O. sipyleum* – 2016 г.; *Monarda citriodora* – 2017–2019 гг.; *Nepeta transcaucasica* – 2022–2023 гг.; *Cynara scolymus* – 2018 г.; *Hylotelephium spectabile* – 2022 г. Для остальных растений проводили ежегодные учеты антофильных насекомых, на основе которых были выделены соответствующие консортивные комплексы. При определении степени сходства между разными консортивными комплексами использовали индекс общности Чекановского-Сьеренсена (Ics), который выражает отношение числа общих видов антофильных насекомых к среднему арифметическому числу видов в двух комплексах. Кроме того, для определения относительного обилия, проводили контрольные кошени энтомологическим сачком на учетных растениях, используя методику Ю. А. Песенко [13], а также оригинальную методику попарного учета. Суть данной методики заключается в попарном подсчете числа экземпляров визуально хорошо отличимых видов пчел-опылителей, фуражирующих на

цветках учетного вида растений, при прохождении наблюдателем учетной полосы длиной 50–100 м.

При регистрации антофильных насекомых нами не учитывались муравьи, клопы и трипсы, а также хищные насекомые, использующие цветущие растения как место охоты на антофильных насекомых (например, *Vespa crabro* L.).

Обозначение консортивных комплексов проводили следующим образом: вид или род растения (или виды и роды растений в случае многоядерных комплексов), образующий ядро комплекса, помещали в квадратные скобки, виды и роды в многоядерных комплексах соединены знаком объединения или логической суммы $\cup$, в круглых скобках объединены подкомплексы, входящие в сложный многоядерный консортивный комплекс.

Результаты и обсуждение

В результате исследований было выявлено 96 видов антофильных насекомых, относящихся к 66 родам, 25 семействам и 3 отрядам. Наибольшим числом видов был представлен отряд перепончатокрылых насекомых (рис. 1). Подавляющее число видов перепончатокрылых составили различные виды ос (29 видов, 21 род, 6 семейств) и пчел (47 видов, 21 род, 6 семейств).

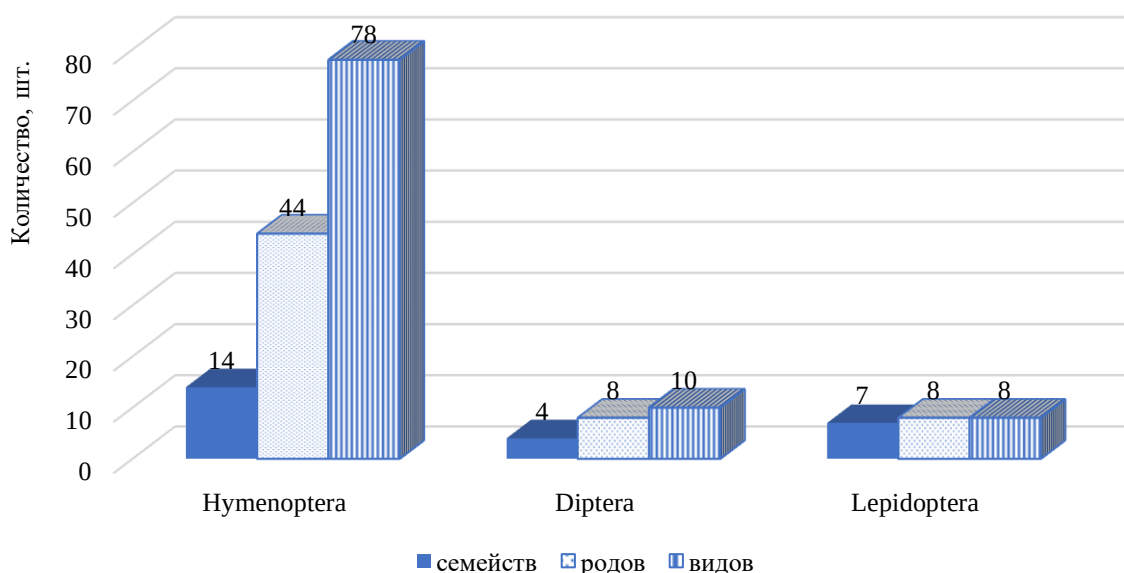


Рис. 1. Таксономическое разнообразие выявленных антофильных насекомых

Среди видов семейства Lamiaceae по количеству видов, посещающих их насекомых, доминируют *Satureja montana*, *Mentha crispa* и *Hyssopus officinalis* (рис. 2). При этом наибольшее количество видов антофильных насекомых было отмечено на *Satureja montana* – 55 видов из 3 отрядов (табл. 1). Это связано, прежде всего, с полнотой проведенных наблюдений, а также с достаточной численной представленностью данного растения на экспозиционном участке. К числу основных видов насекомых, которые посещают широкий спектр изученных растений, относятся шмели (*Bombus lapidarius*, *B. terrestris*, *B. hypnorum*), медоносная пчела (*Apis mellifera*) а также пчелы семейств Halictidae и Megachilidae (см. табл. 1). Среди видов других семейств доминируют *Feniculum vulgare* и *Allium ramosum* (рис. 3, табл. 2).

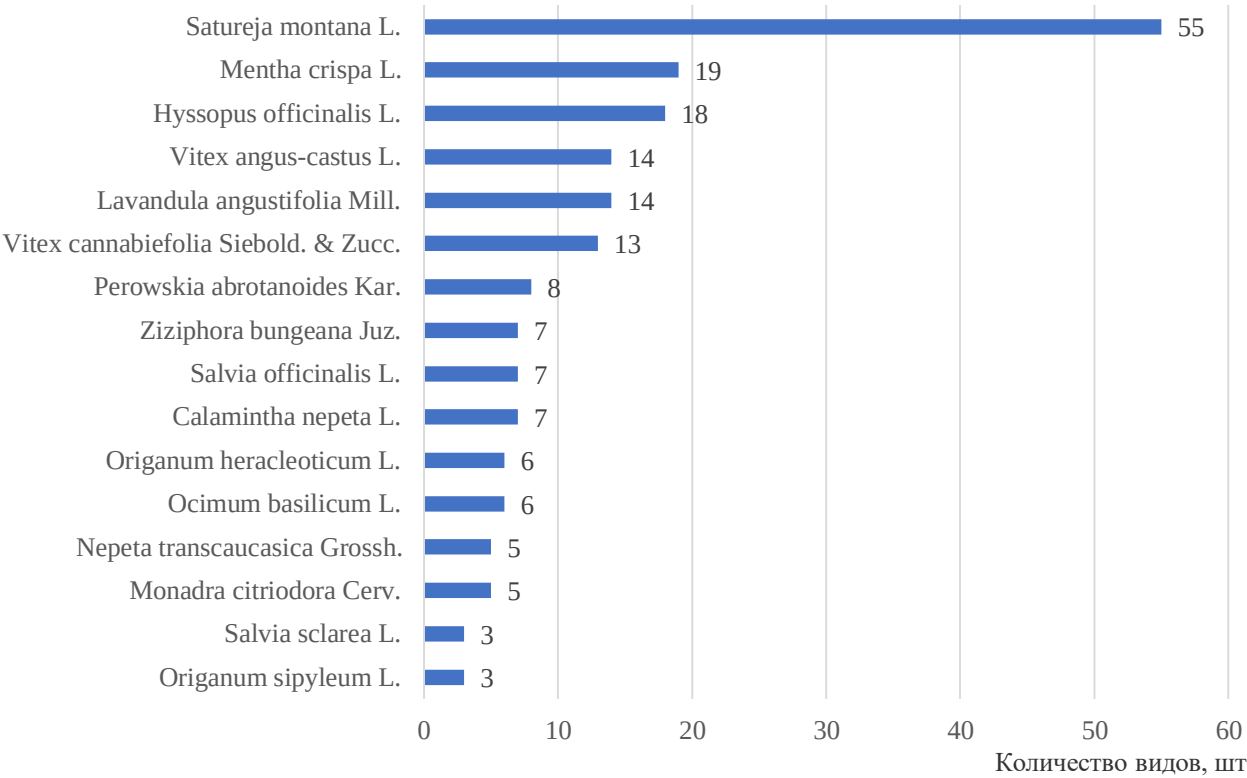


Рис. 2. Распределение количества видов антофильных насекомых, трофически связанных с растениями семейства Lamiaceae коллекции ФГБНУ ДБС

Таблица 1

Таксономическая представленность консортивных комплексов антофильных насекомых и энтомофильных хозяйственно-ценных растений семейства Lamiaceae коллекции ФГБНУ ДБС

№	Таксон (растение / насекомые)	Количество видов насекомых
1	2	3
1	<i>Calamintha nepeta</i> L. (душевик котовниковый)	7
	Hymenoptera: <i>Halictus resurgens</i> Nurse, 1903; <i>Anthidium manicatum</i> (Linnaeus, 1758); <i>Megachile pilidens</i> Alfken, 1924; <i>Anthophora pubescens</i> (Fabricius, 1781); <i>Bombus lapidarius</i> (Linnaeus, 1758); <i>B. hypnorum</i> (Linnaeus, 1758); <i>B. sylvarum</i> (Linnaeus, 1761)	
2	<i>Hyssopus officinalis</i> L. (иссоп лекарственный)	18
	Hymenoptera: <i>Hylaeus communis</i> Nylander, 1852; <i>Hylaeus</i> sp., <i>Halictus resurgens</i> Nurse, 1903; <i>H. subauratus</i> (Rossi, 1792); <i>Anthidium manicatum</i> (Linnaeus, 1758); <i>Ceratina chalybea</i> Chevrier, 1872; <i>Xylocopa valga</i> Gerstäcker, 1872; <i>Anthophora pubescens</i> (Fabricius, 1781); <i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus, 1758); <i>B. lapidarius</i> (Linnaeus, 1758) (часто); <i>B. hypnorum</i> (Linnaeus, 1758); <i>B. pascuorum</i> (Scopoli, 1763); <i>B. sylvarum</i> (Linnaeus, 1761); <i>B. argillaceus</i> (Scopoli, 1763); <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758; Lepidoptera: <i>Macroglossum stellatarum</i> Linnaeus, 1758; <i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758); <i>Iphiclides podalirius</i> (Linnaeus, 1758)	
3	<i>Lavandula angustifolia</i> Mill. (лаванда узколистная)	15
	Hymenoptera: <i>Megascolia maculata</i> (Drury); <i>Anthidium manicatum</i> (Linnaeus, 1758); <i>Megachile</i> sp.; <i>Coelioxys</i> sp.; <i>Tetraloniella</i> sp.; <i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus, 1758); <i>B. lapidarius</i> (Linnaeus, 1758); <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758; <i>B. pascuorum</i> (Scopoli, 1763); <i>B. hypnorum</i> (Linnaeus, 1758); <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758; Lepidoptera: <i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758); <i>Iphiclides podalirius</i> (Linnaeus, 1758); <i>Arginnis paphia</i> (Linnaeus, 1758); <i>Macroglossum stellatarum</i> Linnaeus, 1758; Diptera: <i>Bombylius</i> sp.	

Продолжение табл. 1

1	2	3
4	<i>Mentha crispa</i> L. (мята кудрявая)	19
	Hymenoptera: <i>Gasteruption</i> sp.; <i>Leucospis dorsigera</i> Fabricius, 1775; <i>Scolia sexmaculata</i> (O. F. Müller, 1766); <i>Eumenes coarctatus</i> (Linnaeus, 1758); <i>Polistes dominula</i> (Christ, 1791); <i>Prionyx nudatus</i> (Kohl, 1885); <i>Philanthus triangulum</i> (Fabricius, 1775); <i>Cerceris sabulosa</i> (Panzer, 1799); <i>Colletes similis</i> Schenck, 1853; <i>Hylaeus communis</i> Nylander, 1852; <i>Lasioglossum laticeps</i> (Schenck, 1869); <i>Anthidium manicatum</i> (Linnaeus, 1758); Diptera: <i>Myiatropa florea</i> (Linnaeus, 1758); <i>Eristalis arbustorum</i> (Linnaeus, 1758); <i>E. tenax</i> (Linnaeus, 1758); <i>Sphaerophoria</i> sp.; <i>Tachina</i> sp.; <i>Cylindromyia brevicornis</i> Loew, 1844; <i>Cylindromyia</i> sp.	
5	<i>Monarda citriodora</i> Cerv. (монарда лимонная)	5
	Hymenoptera: <i>Xylocopa valga</i> Gerstäcker, 1872; <i>Bombus lapidarius</i> (Linnaeus, 1758); <i>B. terrestris</i> (Linnaeus, 1758); <i>B. hypnorum</i> (Linnaeus, 1758); <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	
6	<i>Nepeta transcaucasica</i> Grossh. (котовник закавказский)	5
	Hymenoptera: <i>Osmia cornuta</i> (Latreille, 1805); <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758; <i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus, 1758); <i>B. lapidarius</i> (Linnaeus, 1758); Lepidoptera: <i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758)	
7	<i>Ocimum basilicum</i> L. (базилик обыкновенный)	6
	Hymenoptera: <i>Megachile maritima</i> (Kirby, 1802); <i>M. centuncularis</i> (Linnaeus, 1758); <i>M. pilidens</i> Alfken, 1924; <i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus, 1758); <i>B. pascuorum</i> (Scopoli, 1763); <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	
8	<i>Origanum heracleoticum</i> L. (душица греческая)	6
	Hymenoptera: <i>Scolia hirta</i> (Schränk, 1781); <i>Ammophila</i> sp.; <i>Bembix oculata</i> Panzer, 1801; <i>Megachile pilidens</i> Alfken, 1924; <i>Bombus sylvarum</i> (Linnaeus, 1761); Diptera: <i>Eristalis tenax</i> (Linnaeus, 1758)	
9	<i>Origanum sipyleum</i> L. (душица сепиля)	3
	Hymenoptera: <i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus, 1758); <i>B. lapidarius</i> (Linnaeus, 1758); <i>B. sylvarum</i> (Linnaeus, 1761)	
10	<i>Perovskia abrotanoides</i> Kar. (перовская полынная)	8
	Hymenoptera: <i>Halictus resurgens</i> Nurse, 1903; <i>Megachile</i> sp.; <i>Xylocopa valga</i> Gerstäcker, 1872; <i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus, 1758); <i>B. lapidarius</i> (Linnaeus, 1758); <i>B. sylvarum</i> (Linnaeus, 1761); <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758; Lepidoptera: <i>Heliothis peltigera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	
11	<i>Salvia sclarea</i> L. (шалфей мускатный)	3
	Hymenoptera: <i>Xylocopa valga</i> Gerstäcker, 1872; <i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus, 1758); <i>B. lapidarius</i> (Linnaeus, 1758)	
12	<i>Salvia officinalis</i> L. (шалфей лекарственный)	7
	Hymenoptera: <i>Xylocopa valga</i> Gerstäcker, 1872; <i>Halictus quadricinctus</i> (Fabricius, 1776); <i>Eucera hungarica</i> Friese, 1895 (единично); <i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus, 1758); <i>B. lapidarius</i> (Linnaeus, 1758); <i>B. hypnorum</i> (Linnaeus, 1758); <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	
13	<i>Satureja montana</i> L. (чабер горный)	55
	Hymenoptera: <i>Megascolia maculata</i> (Drury); <i>Scolia hirta</i> (Schränk, 1781); <i>S. sexmaculata</i> (O. F. Müller, 1766); <i>Eumenes coarctatus</i> (Linnaeus, 1758); <i>E. papillarius</i> (Christ, 1791); <i>Euodynerus dantici</i> (Rossi, 1790); <i>Polistes dominula</i> (Christ, 1791); <i>Bembix oculata</i> Panzer, 1801; <i>Cerceris sabulosa</i> (Panzer, 1799); <i>C. arenaria</i> (Linnaeus, 1758); <i>Philanthus triangulum</i> (Fabricius, 1775); <i>Sphex funerarius</i> Gussakovskij, 1934; <i>Isodontia mexicana</i> (de Saussure, 1867); <i>Ammophila</i> sp.; <i>Hylaeus dilatatus</i> (Kirby, 1802); <i>Hylaeus gibbus</i> Saunders, 1850; <i>Hylaeus communis</i> Nylander, 1852 (часто); <i>Andrena</i> sp1.; <i>Andrena</i> sp2; <i>Andrena variabilis</i> Smith, 1853; <i>Melitturga clavicornis</i> (Latreille, 1806); <i>Halictus quadricinctus</i> (Fabricius, 1776); <i>Halictus resurgens</i> Nurse, 1903 (часто); <i>H. simplex</i> Blüthgen, 1923; <i>H. maculatus</i> Smith, 1848; <i>H. seladonius</i> (Fabricius, 1794); <i>H. tumulorum</i> (Linnaeus, 1758); <i>Lasioglossum leucozonium</i> (Schränk, 1781); <i>L. interruptum</i> (Panzer, 1798) (часто); <i>Sphcodes albilabris</i> (Fabricius, 1793); <i>S. monilicornis</i> (Kirby, 1802); <i>Melitta leporina</i> (Panzer, 1799); <i>Anthidiellum strigatum</i> (Panzer, 1805); <i>Megachile centuncularis</i> (Linnaeus, 1758); <i>M. pilidens</i> Alfken, 1924; <i>M. versicolor</i> Smith, 1844; <i>Coelioxys conoideus</i> (Illiger, 1806); <i>Triepeolus tristis</i> (Smith, 1854) (единично); <i>Tetraloniella nana</i> (Morawitz, 1874); <i>Xylocopa valga</i> Gerstäcker, 1872; <i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus, 1758); <i>B. lapidarius</i> (Linnaeus, 1758); <i>B. pascuorum</i>	

Продолжение табл. 1

1	2	3
	(Scopoli, 1763); <i>B. sylvarum</i> (Linnaeus, 1761); <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758; Lepidoptera: <i>Pyrausta aurata</i> (Scopoli, 1763); <i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758); <i>Polyommatus bellargus</i> (Rottermburg, 1775); <i>Heliothis peltigera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775); Diptera: <i>Eristalis arbustorum</i> (Linnaeus, 1758); <i>E. tenax</i> (Linnaeus, 1758); <i>Sphaerophoria</i> sp.; <i>Tachina</i> sp.; <i>Cylindromyia brevicornis</i> Loew, 1844; <i>Conops</i> sp.	
14	<i>Ziziphora bungeana</i> Juz. (зизифора бунге) Hymenoptera: <i>Scolia hirta</i> (Schrank, 1781); <i>Sphex funerarius</i> Gussakovskij, 1934; <i>Bombus lapidarius</i> (Linnaeus, 1758); <i>B. terrestris</i> (Linnaeus, 1758); Lepidoptera: <i>Polyommatus bellargus</i> (Rottermburg, 1775); <i>Heliothis peltigera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775); Diptera: <i>Tachina</i> sp.	7
15	<i>Vitex angus-castus</i> L. (прутняк обыкновенный) Hymenoptera: <i>Scolia hirta</i> (Schrank, 1781); <i>Sphex funerarius</i> Gussakovskij, 1934; <i>Bombus lapidarius</i> (Linnaeus, 1758); <i>B. terrestris</i> (Linnaeus, 1758); Lepidoptera: <i>Polyommatus bellargus</i> (Rottermburg, 1775); <i>Heliothis peltigera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775); Diptera: <i>Tachina</i> sp.	14
16	<i>Vitex cannabiefolia</i> Siebold. & Zucc. (прутняк коноплелистный) Hymenoptera: <i>Polistes nimpha</i> (Christ, 1791); <i>Sphex funerarius</i> Gussakovskij, 1934; <i>Philanthus triangulum</i> (Fabricius, 1775); <i>Cerceris sabulosa</i> (Panzer, 1799); <i>Bembix oculata</i> Panzer, 1801; <i>Tetraloniella nana</i> (Morawitz, 1874); <i>Anthophora pubescens</i> (Fabricius, 1781); <i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus, 1758); <i>B. lapidarius</i> (Linnaeus, 1758); <i>B. pascuorum</i> (Scopoli, 1763); <i>B. hypnorum</i> (Linnaeus, 1758); <i>Megachile</i> sp., <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	13

На основе анализа полученных данных, нами выделены следующие консортивные комплексы антофильных насекомых и изученных энтомофильных растений: [*Feniculum vulgare*], [*Mentha crispa*], [*Allium ramosum* $\cap$ *A. porrum*], [*Vitex angus-castus* $\cap$ *V. cannabiefolia*], [*Althaea officinalis*], [*Satureja montana* $\cap$ *Hyssopus officinalis* $\cap$ *Calamintha nepeta* $\cap$ *Lavandula angustifolia* $\cap$ *Monarda citriodora* $\cap$ *Nepeta transcaucasica* $\cap$ *Ocimum basilicum* $\cap$ (*Origanum heracleoticum* $\cap$ *O. sipyleum*) $\cap$ *Perowskia abrotanoides* $\cap$ *Ziziphora bungeana*], [*Salvia sclarea* $\cap$ *S. officinalis*]. Виды *Lathyrus latifolius*, *Hylotelephium spectabile* и *Cynara scolymus* так же, по-видимому, образуют самостоятельные комплексы, но требуют дополнительного изучения.

Как видно из приведенного выше списка, консортивные комплексы по своей структуре могут состоять из одного вида (ядра комплекса) или чаще из видов одного рода или из целого ряда видов, относящихся к разным родам (многоядерные комплексы). Такая структура выделенных комплексов определяется, прежде всего, строением цветков, соцветий и комплексом поведенческих стратегий насекомых, посещающих эти растения для взятия нектара и пыльцы. Безусловно, любой сложный (многоядерный) консортивный комплекс можно, при более углубленном изучении экологии опыления, разделить на несколько более простых.

Таблица 2

Таксономическая представленность консортивных комплексов антофильных насекомых и энтомофильных хозяйственно-ценных растений семейств Amaryllidaceae, Asteraceae, Apiaceae, Crassulaceae, Fabaceae, Malvaceae коллекции ФГБНУ ДБС

№	Таксон (растение / насекомые)	Количество видов насекомых
1	2	3
1	<i>Allium ramosum</i> L. (лук ветвистый) Hymenoptera: <i>Eumenes coarctatus</i> (Linnaeus, 1758); <i>Ancistrocerus gazella</i> (Panzer, 1798); <i>Stenodynerus chevrieranus</i> (de Saussure, 1855); <i>Euodynerus notatus</i> (Jurine, 1807); <i>Microdynerus parvulus</i> (Herrich-Schaeffer, 1838); <i>Polistes dominula</i> (Christ, 1791); <i>Hylaeus communis</i> Nylander, 1852; <i>H. hyalinatus</i> Smith, 1842; <i>Halictus subauratus</i> (Rossi, 1792); <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758; Diptera: <i>Scaeva pyrastris</i>	14

Продолжение табл. 2

1	2	3
	(Linnaeus, 1758); <i>Eristalis arbustorum</i> (Linnaeus, 1758); <i>E. tenax</i> (Linnaeus, 1758); Lepidoptera: <i>Iphiclides podalirius</i> (Linnaeus, 1758)	
2	<i>Allium porrum</i> L. (лук порей) Hymenoptera: <i>Megascolia maculata</i> (Drury); <i>Euodynerus dantici</i> (Rossi, 1790); <i>Hylaeus punctulatissimus</i> Smith, 1842 (часто и много – до 4 экз. на одном соцветии); <i>Bombus lapidarius</i> (Linnaeus, 1758); <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	5
3	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill. (фенхель обыкновенный) Hymenoptera: <i>Gasteruption</i> sp.; <i>Chrysis</i> sp.; <i>Tiphia femorata</i> Fabricius, 1775; <i>Ancistrocerus parietinus</i> (Linnaeus, 1761); <i>Eumenes coarctatus</i> (Linnaeus, 1758); <i>Symmorphus gracilis</i> (Brullé, 1832); <i>Polistes dominula</i> (Christ, 1791); <i>P. gallicus</i> (Linnaeus, 1767); <i>Vespula germanica</i> (Fabricius, 1793); <i>V. vulgaris</i> (Linnaeus, 1758); <i>Philanthus triangulum</i> (Fabricius, 1775); <i>Cerceris sabulosa</i> (Panzer, 1799); <i>Lestica clypeata</i> (Schreber, 1759); <i>Sceliphron destillatorium</i> (Illiger, 1807); <i>Andrena flavipes</i> Panzer, 1799; <i>Andrena</i> sp.; Diptera: <i>Myiatropa florea</i> (Linnaeus, 1758); <i>Eristalis arbustorum</i> (Linnaeus, 1758)	18
4	<i>Hylotelephium spectabile</i> (Boreau) H. Ohba (очитник видный) Hymenoptera: <i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus, 1758); <i>B. hypnorum</i> (Linnaeus, 1758); Lepidoptera: <i>Heliothis peltigera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	3
5	<i>Lathyrus latifolius</i> L. (чина широколистная) Hymenoptera: <i>Xylocopa valga</i> Gerstäcker, 1872; <i>Eucera</i> sp.;	2
6	<i>Althaea officinalis</i> L. (алтей лекарственный) Hymenoptera: <i>Tetraloniella nana</i> (Morawitz, 1874)	1
7	<i>Cynara scolymus</i> L. (артишок настоящий) Hymenoptera: <i>Megachile maritima</i> (Kirby, 1802); <i>Halictus resurgens</i> Nurse, 1903	2

Основным критерием выделения консортивных комплексов, кроме указанных выше факторов, является уникальность данного комплекса, определяемая специфическим видовым составом его членов – антофильных насекомых. Уникальность комплекса можно определить индексом общности между сравниваемыми комплексами. Чем больше индекс общности, тем менее уникальными являются сравниваемые комплексы и тем больше оснований для их объединения в один многоядерный комплекс.

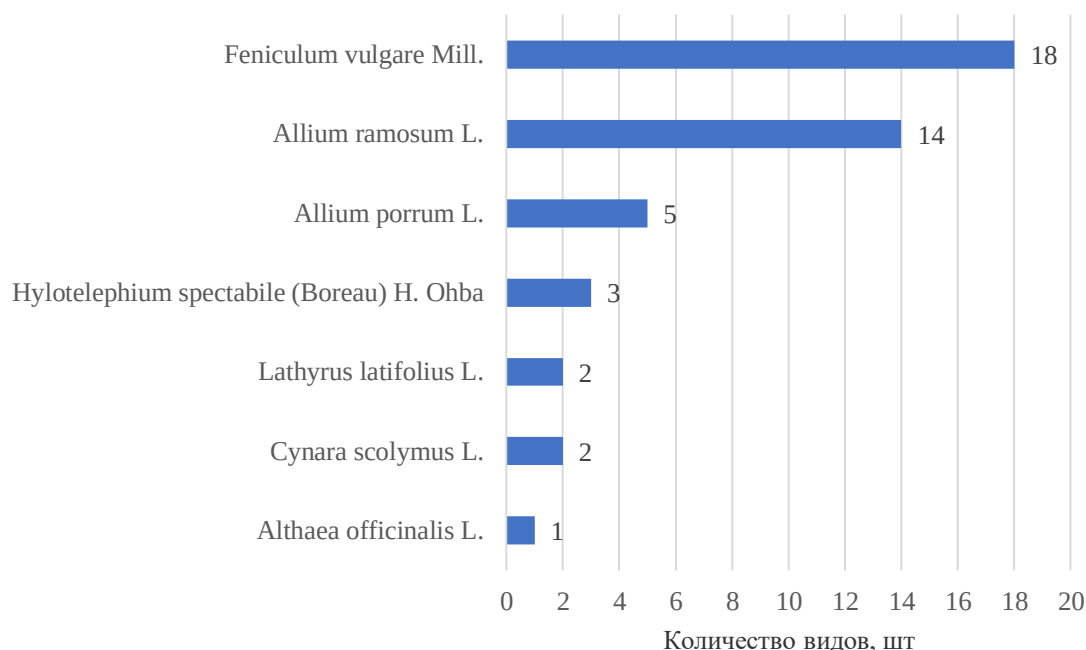


Рис. 3. Распределение количества видов антофильных насекомых, трофически связанных с растениями семейств *Amaryllidaceae*, *Asteraceae*, *Apiaceae*, *Crassulaceae*, *Fabaceae*, *Malvaceae* коллекции ФГБНУ ДБС

Среди приведенных выше 7 комплексов самым уникальным является комплекс [*Althaea officinalis*] имеющий с большинством изученных видов растений нулевой индекс общности и включающий один член – пчелу *Tetraloniella nana*, являющуюся на исследуемом участке основным опылителем этого растения.

Нами было установлено, что самки данного вида пчелы с целью взятия пыльцы посещает только куртины алтея лекарственного (рис. 4), а самцы были отмечены также на *Vitex cannabiefolia* и *Satureja montana* (табл.1).

При этом самки посещают как закрытые, так и открытые венчики цветка, в первом случае беря только нектар (рис. 4, А). При сборе пыльцы пчела движется по часовой стрелке вокруг колонки с тычинками, находясь при этом на левом боку, и счищает с них ногами пыльцу (рис. 4, Б).

Достаточно своеобразными комплексами являются также комплексы [*Mentha crispa*] и [*Feniculum vulgare*] индекс общности между которыми составил $Ics = 0,3$, т. е. относительно высокий (7 общих видов). Сходство между ними отмечено ещё в том, что они не посещаются шмелями и пчелой медоносной. В то же время в численном отношении на цветках мяты преобладали двукрылые, осы и короткохоботные пчелы. Из них доминировали мухи-журчалки (Syrphidae, виды рода *Eristalis*) и мухи-тахины (Tachinidae, *Cylindromyia brevicornis*, *Cylindromyia* sp.) – 7 видов или 35 %.

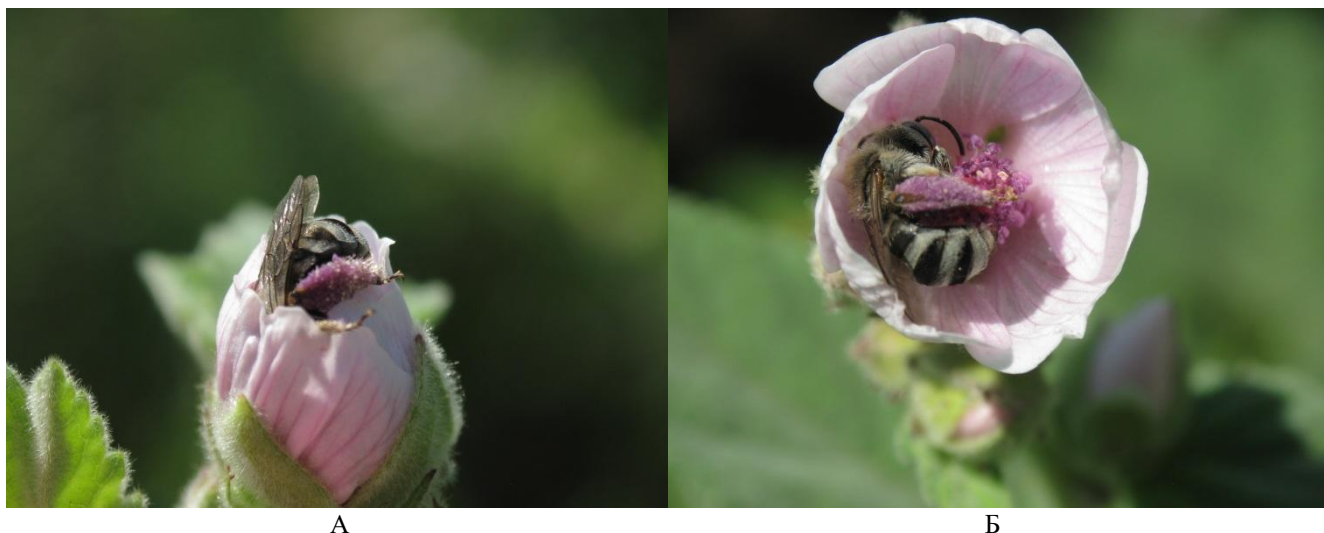


Рис. 4. Сбор нектара (А) и пыльцы (Б) пчелой *Tetraloniella nana* с цветков *Althaea officinalis* L. (фото Оголь И. Н.).

Указанные мухи доминировали и по многочисленности – около 70 %. Среди пчел достаточно стабильным посетителем мяты кудрявой оказался *Lasioglossum laticeps*. При этом отмечено высокая частота посещения цветков этого растения филантом пчелиным (*Philanthus triangulum*), для которого мята кудрявая, по-видимому, входит в число любимых растений. Нужно также отметить относительно высокую численность на цветках мяты наездников-гастерупций (*Gasteruption* sp.).

На цветках фенхеля в численном отношении доминировали осы и двукрылые. При этом среди ос преобладали складчатокрылые осы-веспиды (Vespidae). Сходные результаты были получены также в Крыму. В частности по данным О. В. Скалдиной, изучавшей антофильный энтомокомплекс фенхеля обыкновенного в Никитском ботаническом саду, в структуре этого энтомокомплекса доминантом были осы *Polistes dominula* и *P. nimpa* [16]. Таким образом, практическое значение ос-веспид в опылении фенхеля обыкновенного, известное из литературных данных [15–16], подтверждено также нашими исследованиями.

Наиболее сложный комплекс представлен 11 видами семейства Lamiaceae [*Satureja montana* ∩ *Hyssopus officinalis* ∩ *Calamintha nepeta* ∩ *Lavandula angustifolia* ∩ *Monarda citriodora* ∩ *Nepeta transcaucasica* ∩ *Ocimum basilicum* ∩ (*Origanum heracleoticum* ∩

O. sipyleum) $\cap$ *Perowskia abrotanoides* $\cap$ *Ziziphora bungeana*]. Этот комплекс включает один подкомплекс (*Origanum heracleoticum* $\cap$ *O. sipyleum*) и 9 самостоятельных видов. Несмотря на относительно широкий спектр посещаемых насекомых, в численном отношении здесь преобладают пчелы, причем доминантами являются шмели и отчасти медоносная пчела (*Apis mellifera*). В этот комплекс входят такие известные медоносы как иссоп лекарственный, лаванда узколистная, чабер горный, которые в течение всего периода цветения активно посещаются медоносной пчелой. К важным медоносам из этого комплекса можно отнести также зизифору бунге (*Ziziphora bungeana*), монарду лимонную (*Monarda citriodora*), котовник закавказский (*Nepeta transcaucasica*), базилик (*Ocimum basilicum*). Комплекс [*Vitex angus-castus* $\cap$ *V. cannabifolia*] близок к предыдущему комплексу ($Ics = 0,3$) и может быть рассмотрен как его подкомплекс.

Комплекс [*Salvia sclarea* $\cap$ *S. officinalis*] содержит два вида шалфеев, которые характеризуются относительно крупными венчиками цветка, посещаемыми крупными пчелами. В качестве основных опылителей шалфея мускатного нами отмечена пчела-плотник *Xylocopa valga*, которая по частоте посещения превосходит все остальные виды насекомых-опылителей этого растения (рис. 5, А).



Рис. 5. Пчела-плотник *Xylocopa valga* на цветке *Salvia sclarea* L. (А) и *Vitex angus-castus* L. (Б)
(фото: Амолин А. В., Оголь И. Н.)

В состав членов выделенных консортивных комплексов входят виды, имеющие разную степень связи с ядром комплекса, поэтому их можно разделить на основных и второстепенных. К основным относятся те виды, которые имеют высокую частоту посещения данного растения и достаточно обильны на его цветках, к второстепенным относятся редко или единично отмеченные виды.

Для привлечения одиночных пчел-опылителей на экспозиционные участки ботанических садов перспективно создавать подходящие условия для гнездования различных видов пчел. Например, для видов, заселяющих свободные цилиндрические полости (пчелы семейства Megachilidae), можно весной или в начале лета устанавливать специальные ульи Фабра, сделанные на основе тростниковых пучков. Для привлечения шмелей перспективно использовать различные виды искусственных гнездовых конструкций, разработанных В. С. Гребенниковым [6–8]. Для землероющих пчел (Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Melittidae) необходимо оставлять не перекопанные участки земли. Привлечение диких пчел на территорию ботанических садов позволяет сохранять популяции редких и практически важных пчел-опылителей в урбоценозах. Например, на территории Донецкого ботанического сада обитают такие редкие виды пчел, как, например, пчела-плотник *Xylocopa*

valga (рис. 5), которые используют цветущие растения сада как кормовую базу в условиях городского ландшафта.

Выводы

1. В ходе проведенных исследований был изучен видовой состав антофильных насекомых посещающих цветки 23 исследованных видов энтомофильных растений из 7 семейств.

2. В качестве посетителей цветков исследуемых видов растений было установлено не менее 96 видов антофильных насекомых из 25 семейств и трёх отрядов (Hymenoptera – 78 видов; Diptera – 10 видов; Lepidoptera – 8 видов). Следует отметить, что вышеприведенные цифры включают только наиболее заметных (визуально) антофилов и не отражают всего разнообразия антофильных насекомых, посещавших исследуемые виды растений.

3. Среди посетителей исследуемых растений наибольшим числом видов представлены перепончатокрылые насекомые (78 видов или 81,2 % от числа всех выявленных видов насекомых), при этом среди них пчелы представлены 48 видами из 21 рода и 6 семейств (61,5 % от числа всех видов перепончатокрылых и 50,0 % от числа всех выявленных видов насекомых). По числу учтенных экземпляров перепончатокрылые насекомые также лидируют почти на всех исследуемых видах растений, кроме *Mentha crispa*, где они уступают двукрылым (мухам-сирфидам и мухам-тахинам).

4. На основе анализа распределения антофильных насекомых по изученным видам растений выделено 7 консортивных комплексов, из которых наиболее уникальным является комплекс алтея лекарственного, опыляемого на исследуемой территории одним видом пчелы (*Tetraloniella nana*).

5. К числу основных посетителей цветков мяты кудрявой (*Mentha crispa*) отнесены мухи-журчалки (Syrphidae) и мухи-тахины (*Cylindromyia brevicornis*, *Cylindromyia* sp.), наездники-гастерупции (*Gasteruptiidae*) и оса *Philanthus triangulum*.

6. К числу основных посетителей фенхеля обыкновенного (*Foeniculum vulgare*) отнесены осы-вспиды (Vespidae), в частности виды рода *Polistes*.

7. К числу достоверных опылителей *Hyssopus officinalis*, *Calamintha nepeta*, *Origanum heracleoticum*, *O. sipyleum*, *Perowskia abrotanoides*, *Salvia officinalis*, *S. sclarea*, *Ziziphora bungeana*, *Ocimum basilicum*, *Monarda citriodora*, *Lavandula angustifolia*, самки которых собирают пыльцу с указанных растений, относятся шмели четырех видов (*Bombus terrestris*, *B. lapidarius*, *B. sylvarum*, *B. hypnorum*), медоносная пчела (*Apis mellifera*) а также пчелы семейств Colletidae, Halictidae и Megachilidae. Пчелу-плотника *Xylocopa valga* можно рассматривать как опылителя *Salvia sclarea*.

8. К числу основных посетителей цветков *Allium ramosum* и *A. porrum* относятся осы-вспиды и *Megascolia maculate*, а также *Apis mellifera*. При этом в количественном отношении доминируют пчелы гилеусы (*Hylaeus*).

9. Наибольший спектр посещаемых растений отмечен для *Bombus terrestris* и *B. lapidarius* (по 14 видов), а также для *Apis mellifera* (12 видов).

10. Для обеспечения стабильного опыления культивируемых на коллекционно-экспозиционных участках растений в ботанических садах необходимо создавать дополнительные условия для гнездования пчел-опылителей путем применения искусственных гнездовых конструкций.

Работа выполнена в рамках плана научно-исследовательской работы кафедры зоологии и экологии ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет» «Биологическое разнообразие беспозвоночных и позвоночных животных Донбасса и проблемы его сохранения (№ государственного учета 0122D000035) и государственного задания ФГБНУ ДБС по теме № 123101300192-1.

Благодарности

Авторы выражают благодарность И. Н. Оголю за предоставленные фотографии пчел на кормовых растениях.

Список литературы

1. Амолин А. В., Кустова О. К. Материалы к изучению опылителей ароматических растений коллекции Донецкого ботанического сада // Промышленная ботаника: состояние и перспективы развития: материалы VII Международ. науч. конф. (Донецк, 17–19 мая 2017 г.). Ростов-на-Дону: Алтаир, 2017а. С. 47–51.
2. Амолин А. В., Кустова О. К. Изучение насекомых-опылителей ароматических растений интродуцированных в Донецком ботаническом саду // Промышленная ботаника. 2017б. Вып. 17. С. 78–88.
3. Амолин А. В., Кустова О. К. Насекомые-опылители ароматических растений в Донецком ботаническом саду // Пространственно-временные аспекты функционирования биосистем: сборник матер. XVI Международ. науч. эколог. конф., посв. памяти Александра Владимировича Присного (24–26 ноября 2020 г.). Белгород: ИД «БелГУ» «НИУ БелГУ», 2020. С. 176–178.
4. Амолин А. В., Кустова О. К. Позднелетние медоносы коллекции ароматических растений Донецкого ботанического сада и комплекс трофически связанных с ними антофильных насекомых // Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: материалы VII Международ. науч. конф. (27–28 октября 2022 г.). Т. 3. Биологические и химические науки, медицина, экология / Под общ. ред. проф. С. В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2022. С. 132–134.
5. Амолин А. В., Кустова О. К., Оголь И. Н. Спектр кормовых растений некоторых редких и охраняемых видов пчел-апид (Hymenoptera: Apidae) в урбоценозах Донбасса // Промышленная ботаника. 2021. Вып. 21, № 4. С. 49–60.
6. Гребенников В. С. Подземные приманочные ульи для шмелей // Пчеловодство. 1972. № 7. С. 40–41.
7. Гребенников В. С. Многосемейный гнездовой шмелёвник // Пчеловодство. 1972. № 9. С. 41–42.
8. Гребенников В. С. Шмели – их жизнь и разведение // Биология в школе. 1973. № 2. С. 80–85.
9. Демьянова Е. И., Лыков В. А., Логинова Е. А. К антэкологическому изучению тмина обыкновенного (*Carum carvi* L.) в условиях интродукции // Экология цветения и опыления растений. Межвузов. сборн. науч. тр. Пермь: Пермский университет, 1987. С. 58–69.
10. Кайгородова М. С. К экологии опыления люцерны синегибридной на солонцах Лесостепного Зауралья // Экология цветения и опыления растений. Межвузов. сборн. науч. тр. Пермь: Пермский университет, 1987. С. 103–113.
11. Кривошеина М. Г. Насекомые (Insecta), посещающие кустарники калины обыкновенной *Viburnum opulus* L. в период цветения и их роль в опылении // Евразийский энтомолог. журнал. 2007а. 6 (1). С. 36–38.
12. Кривошеина М. Г. Насекомые (Insecta), питающиеся на цветках клематиса виргинского *Clematis virginiana*, и их роль в опылении // Евразийский энтомолог. журнал. 2007б. 6 (3). С. 317–318.
13. Песенко Ю. А. К методике количественных учетов насекомых-опылителей // Экология. 1972. № 1. С. 89–95.
14. Песенко Ю. А., Астафурова Ю. В. Аннотированная библиография российской и советской литературы по пчелам (Hymenoptera: Apoidea; исключая *Apis mellifera*): 1771–2002 гг. Санкт-Петербург: ЗИН РАН, 2002. 616 с.
15. Скалдина О. В. Общественные осы (Hymenoptera, Vespidae) как опылители растений, имеющих ценное хозяйственное значение // Фундаментальные проблемы энтомологии в XXI веке: материалы международ. науч. конф. (Санкт-Петербург, 16–20 мая 2011 г.). Санкт-Петербург: Изд-во Санкт-Петербургского университета. 2011. С. 155.
16. Скалдина О. В. Роль общественных ос (Hymenoptera, Vespidae) в структуре антофильного энтомокомплекса фенхеля (*Foeniculum vulgare* Mill.) // Фундаментальные проблемы энтомологии в XXI веке: материалы международ. науч. конф. (Санкт-Петербург,

16–20 мая 2011 г.). Санкт-Петербург: Изд-во Санкт-Петербургского университета. 2011. С. 156.

Поступила в редакцию 19.10.2024 г.

Amolin A. V., Kustova O. K. Research on consortive complexes of anthophilous insects and entomophilous plants in the Donetsk Botanical Garden. – The paper presents results of long-term studies of anthophilous entomocomplexes of 23 species of flowering plants grown in the Donetsk Botanical Garden. Our study has registered visits of 96 species of anthophilous insects belonging to 66 genera, 25 families and 3 orders of the above-mentioned plants. The largest number of species belong to the order Hymenoptera (78 species, 44 genera, 14 families). Among them, various species of wasps (29 species, 21 genera, 6 families) and bees (47 species, 21 genera, 6 families) prevailed. Based on the analysis of the distribution of anthophilous insects among the investigated plant species, 7 consortive complexes were identified: [*Feniculum vulgare*], [*Mentha crispa*], [*Allium ramosum* $\cap$ *Allium porrum*], [*Vitex angustatus* $\cap$ *Vitex cannabiefolia*], [*Althaea officinalis*], [*Satureja montana* $\cap$ *Hyssopus officinalis* $\cap$ *Calamintha nepeta* $\cap$ *Lavandula angustifolia* $\cap$ *Monarda citriodora* $\cap$ *Nepeta transcaucasica* $\cap$ *Ocimum basilicum* $\cap$ (*Origanum heracleoticum* $\cap$ *Origanum sipyleum*) $\cap$ *Perowskia abrotanoides* $\cap$ *Ziziphora bungeana*], [*Salvia sclarea* $\cap$ *Salvia officinalis*]. The most unique was the anthophilous insect complex of the mallow, including 1 bee species (*Tetraloniella nana*) pollinating this plant in the studied area. The largest is the complex of 11 species of the Lamiaceae family, including 71 species of anthophilous insects. The general pollinators of most investigated plant species include bumblebees (*Bombus terrestris*, *B. lapidarius*, *B. sylvarum*, *B. hypnorum*), honey bees (*Apis mellifera*), as well as bees of the Colletidae, Halictidae, and Megachilidae families.

Key words: anthophilous insects, entomophilous plants, consortive complexes, Donetsk Botanical Garden.

Амолин Александр Валерьевич

зав. зоологическим музеем, кафедра зоологии и экологии ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет», г. Донецк, ДНР, РФ.

E-mail : a.amolin@mail.ru

ORCID : 0009-0006-7672-8999

AuthorID : 1046643

Amolin Alexander Valeryevich

Head of the Museum, department of zoology and ecology, Donetsk State University, Donetsk, DPR, Russian Federation.

Кустова Ольга Константиновна

кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории культурных растений ФГБНУ Донецкий ботанический сад, г. Донецк, ДНР, РФ.

E-mail: lavanda_dbg@mail.ru

ORCID: 0000-0003-1102-9397

AuthorID: 1053996

Kustova Olga Konstantinovna

candidat of biological sciences, Leading Researcher of the Cultivated Plants Laboratory, Donetsk Botanical Garden, Donetsk, DPR, Russian Federation.