Зоологические исследования

УДК 574.34:595.7 (470.54−25)

И.А. Богачева, Г.А. Замшина

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАСЕКОМЫХ-ФИЛЛОФАГОВ БЕРЕЗЫ ПО ТЕРРИТОРИИ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА

До настоящего времени отсутствуют работы, направленные на изучение комплексов дендробионтных насекомых, обитающих на территории Екатеринбурга. Разбив зеленые насаждения города на 7 категорий, мы предполагали решить следующие вопросы: определить, различаются ли видовое богатство и экологическая структура группировок насекомых-филлофагов в разных типах городских зеленых насаждений, а также найти причины, вызывающие существенные отклонения некоторых биотопов (точек) от показателей, средних для города. Модельным объектом были выбраны группировки насекомых-филлофагов березы.
В 2008 г. изучали сообщество насекомых-филлофагов березы на территории Екатеринбурга, обследовав для этого в течение двух последних декад июля деревья в биотопах выделенных категорий (всего 45 точек, равномерно распределенных в границах города). В каждой точке осматривали 10 деревьев, регистрируя всех замеченных насекомых-филлофагов и их повреждения в нижней части кроны. Обнаружен 81 вид филлофагов; самой крупной таксономической группой среди них оказались чешуекрылые (37 видов), а среди экологических групп преобладали грызущие открыто живущие филлофаги (26 видов). Показано, что видовое богатство, а также структура сообществ насекомых различаются среди категорий городских зеленых насаждений незначительно. Однако на центральных городских улицах в сообществах насекомых-филлофагов несколько снижается общее видовое богатство, а также число и доля видов открыто живущих грызущих насекомых. Три фактора: высокая загрязненность воздуха и запыленность кормовых растений (в биотопах категорий 6 и 7); большая затененность растений (в биотопах категорий 1-3) и молодой возраст деревьев – снижают видовое богатство сообществ насекомых-филлофагов и меняют их структуру.

Ключевые слова: Екатеринбург, зеленые насаждения, категории внутригородских биотопов, береза, насекомые-филлофаги, видовое богатство группировок, сходство структуры.

Города – эволюционно сравнительно новая среда обитания растений и животных, весьма специфическая по своим параметрам. В настоящее время примерно половина населения Земли уже живет в городских агломерациях, а в промышленно развитых странах эта цифра увеличивается до 75 % и более [1]. В то же время параметры городской среды во многом отличаются от показателей, благоприятных для человека. Поэтому естественно, что важнейшим средообразующим фактором в городах являются зеленые насаждения, значение которых многообразно и велико. Они формируют микроклимат, повышая влажность воздуха, снижая амплитуду колебаний температуры, скорость ветра, уменьшая прямую солнечную радиацию; улучшают санитарно-гигиеническую обстановку в городе, снижая загазованность и запыленность, количество бактерий в воздухе, уровень шума [2]; высокие декоративные качества растительности позволяют использовать ее для формирования архитектурного облика городских территорий.

Однако деревья и кустарники внутри города сами находятся под действием факторов загазованности и запыленности воздуха, загрязнения городских почв с их резко измененной структурой. Большой ущерб зеленым насаждениям могут наносить также животные, питающиеся различными органами деревьев и кустарников, в том числе листьями (то есть филлофаги).

Формирование мегаполисов и городских агломераций во многих странах имеет свои общие черты и закономерности: стихийность застройки на начальных этапах; разобщенность структуры; преобразование и уничтожение естественных ландшафтов, экосистем и биоты; нарушение природного равновесия и подавление средообразующих функций растительности и др. Зеленые насаждения города вначале носят в основном утилитарный характер, представляя собой сады и огороды. По мере расширения и дифференциации городского пространства возникают комплексы собственно городских, декоративных насаждений с присущим им ассортиментом деревьев и кустарников; постепенно формируются и соответствующие сообщества насекомых-фитофагов [3; 4]. В Екатеринбурге этот процесс ведет начало с XIX в., когда в городе появились первые насаждения общего пользования – сады, бульвары [5]. До сих пор населением плохо изучены беспозвоночные на площадях, занятых зелеными насаждениями. В значитель-

ной мере касается это и насекомых, населяющих древесно-кустарниковый ярус растительности. В XX в. изредка появляются публикации производственной направленности, посвященные биологии основных вредителей зеленых насаждений и борьбе с ними (например, [6-10]). Однако до 2009 г. по городу не опубликовано ни одной работы, посвященной какой-либо таксономической группе вредителей деревьев и кустарников, вышло всего две статьи по экологической группе – минерам [11; 12]. Работы, направленные на изучение комплексов дендробионтных насекомых, для Екатеринбурга отсутствуют, хотя уже давно выполнены для многих городов страны – Москвы [3; 13; 14], Волгограда [15], Красноярска [16], городов Кузбасса [17; 18]. Появляются и исследования, в определенной степени обобщающие тенденции, найденные для крупных промышленных городов [4; 19; 20].

Цель настоящей работы – изучение сообществ насекомых-филлофагов в пределах Екатеринбурга. Для ее выполнения мы предполагали решить следующие вопросы: определить, различаются ли видовое богатство и структура группировок насекомых-филлофагов в разных типах городских зеленых насаждений; найти причины, вызывающие существенные отклонения от показателей, средних для города; выяснить, существуют ли какие-либо тенденции изменения этих группировок от окраин (лесопарки) к центру города. Модельным объектом были выбраны группировки насекомых-филлофагов березы.

Материал и методика исследования

Екатеринбург находится в центральной части Евразии (56°50′ с.ш., 60°35′ в.д., 270 метров над уровнем моря). Это крупный промышленный город на Среднем Урале с населением более 1,4 млн жителей [21], расположенный на восточном макросклоне Уральских гор, на реке Исеть. На окружающих территориях преобладают сосновые леса естественного происхождения на дерново-подзолистых почвах и буроземах [22].

Два вида березы, – бородавчатая *Betula pendula* Roth. и пушистая *B. pubescens* Ehrh., занимают существенное и приблизительно равное место среди зеленых насаждений города [23; 24]. Ранее [25] было установлено, что разные виды древесных растений одного рода могут значительно различаться по составу сообществ связанных с ними насекомых-филлофагов. Однако относительно березы известно, что группировки насекомых на этих двух видах отличаются не по составу, а лишь по численности [26]. Поэтому при обследовании березы в зеленых насаждениях Екатеринбурга их не разграничивали.

Для работы в городе были выбраны точки, представляющие разные категории зеленых насаждений.

1. Лесопарки – насаждения, наиболее близкие к естественным лесным, местами включающие посадки яблонь, сирени и т. д. В 2000-х гг. в городе насчитывалось 13 лесопарков [5], однако деление сплошного зеленого кольца лесопарков по окраинам города всегда было довольно условным; их число менялось. Для работы нами задействованы 6 лесопарков.

2. Насаждения, примыкающие к лесопаркам. В Екатеринбурге таковыми являются кладбища, 2 парка и Ботанический сад УрО РАН. Эти территории часто включают значительные фрагменты прежних экосистем.

3. Городские парки внутри сплошной застройки – территории разной величины, могут сохранять отдельные деревья и кусты (а иногда и фрагменты прежних экосистем) от бывших когда-то на этом месте островков леса.

4. Внутриквартальные насаждения, в том числе насаждения вокруг больниц и школ.

5. Насаждения недалеко от лесопарков на улицах с небольшим движением транспорта, обычно расположенных в районах частной застройки.

6. Насаждения на оживленных улицах города со значительной транспортной нагрузкой.

7. Насаждения вдоль автомагистралей с высокой транспортной нагрузкой.

В целом наша схема выделения категорий городских зеленых насаждений близка к таковой [2; 14] для Москвы.

В насаждения категорий 1, частично также 2 и 3, береза заселилась естественным образом; на кладбища и в биотопы 4–5, если те расположены на окраинах города, ее часто переносят жители города из ближайших лесопарков; биотопы 6–7, частично также 2–4 засаживаются централизованно с использованием материала питомников.

Всего береза была обследована в 45 точках, равномерно расположенных по городу (рис. 1). Для сравнения были проведены обследования в двух точках лесных массивов за чертой города (в табл. 1 лес обозначен как категория 0). В каждой точке осматривали 10 деревьев.

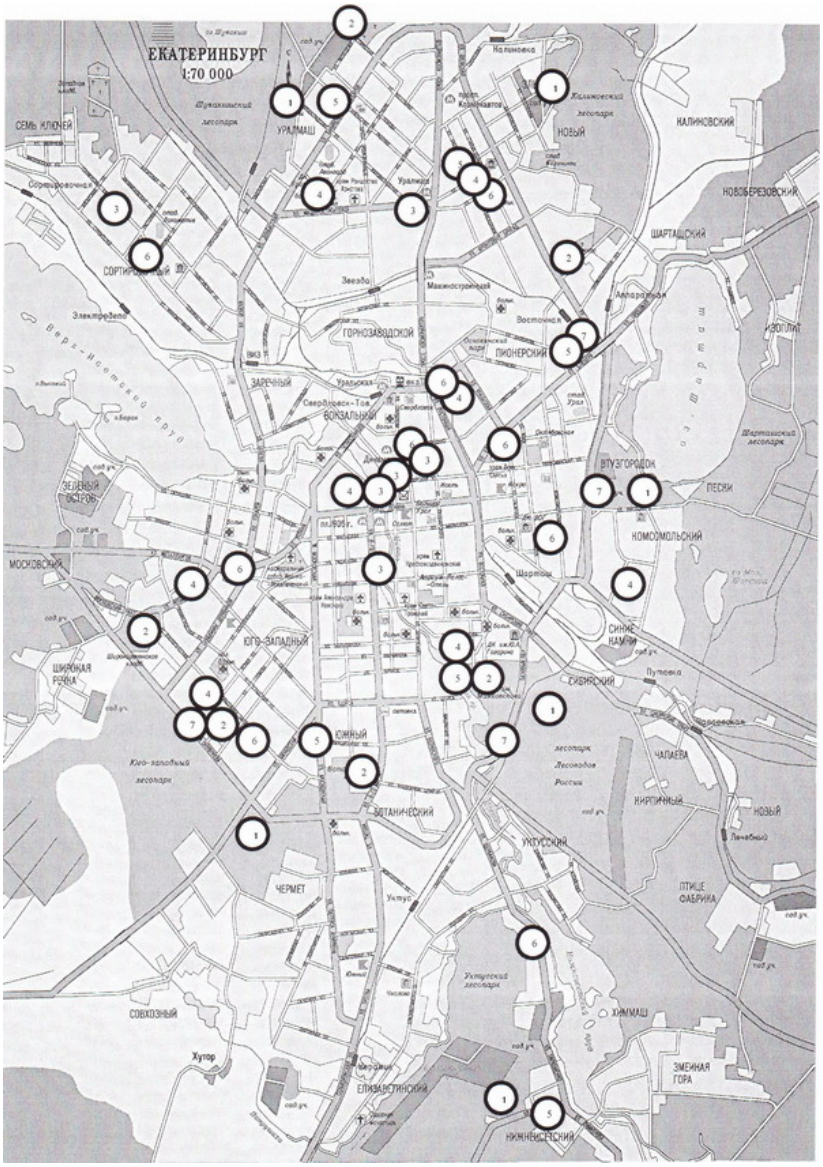

Рис. 1. Расположение обследованных точек внутри города. Номера точек соответствуют категориям биотопов

При обследованиях регистрировали всех замеченных насекомых-филлофагов, а также характерные для них повреждения (свертки, мины, погрызы) в нижней части кроны и на поросли, на небольших деревцах – вплоть до верхушки. При невозможности определить вид при обследовании, личинок чешуекрылых и пилильщиков собирали и содержали в лабораторных садках до выхода имаго. Собирали и минированные листья с находящимися в минах взрослыми личинками или куколками, что давало возможность вывести имаго.

Работа выполнена однократно, в течение двух последних декад июля 2008 г. Поэтому собранный материал характеризовал сообщества березовых филлофагов не полностью, а лишь их летний аспект, и для видов, оставляющих характерные повреждения, отчасти также весенний.

Для приблизительной характеристики возраста дерева измеряли диаметр его ствола на уровне полутора метров от земли.

Статистический анализ выполнен в пакете Statistica 6.0. Для сравнения видового богатства сообществ насекомых-филлофагов применяли показатель Манна-Уитни, для выявления его связи с возрастом (диаметром деревьев) – однофакторный дисперсионный анализ. Как показатель сходства видового состава сообществ в двух точках использовали индекс Чекановского-Съеренсена I_{CS} [27]. Показатель сходства сообществ категорий биотопов представлял собой среднее арифметическое из всех возможных сравнений точек этих категорий.

Результаты и их обсуждение

Общее описание сообществ филлофагов на березе. Всего при выполнении этой работы на березе был зарегистрирован 81 вид насекомых, относящихся к 5 отрядам (Homoptera – 15 видов, Hemiptera – 10, Coleoptera – 7, Lepidoptera – 37, Hymenoptera – 12) и 33 семействам. По экологии питания и образу жизни они подразделяются на сосущих (25 видов), открыто- и полускрытоживущих грызущих (26 и 13 видов соответственно) и скрытоживущих минеров (11 видов). Еще 6 видов – немногочисленные жуки, питающиеся листьями только на стадии имаго, и Megachile sp.

Основу комплекса филлофагов (10 видов: вид встречался в половине точек и более) составляли тля березовая подвижная *Euceraphis punctipennis* (Zett.), клоп-щитник серый *Elasmucha grisea* (L.), березовый семяед *Betulapion simile* (Kby.), микрочешуекрылые моль тощая березовая *Caloptilia betulicola* (M.Hering) и листовертка плоская снеговая *Acleris logiana* (Cl.), пилильщик ольховый зеленый *Hemichroa australis* (Lep.), минирующие чешуекрылые моль-чехлоноска зубчатая *Haploptilia serratella* (L.), извилистая моль-крошка *Stigmella confusella* (Wood & Wal.) и моль-пестрянка вязолистная *Phyllonorycter ulmifoliella* (Hbn.), а также пилильщик минирующий березовый ранний *Fenusella nana* (Kl.) Часто встречались также тля *Callipterinella betularia* Kalt. (зарегистрирована в 17 точках), черный березовый трубковерт *Deporaus betulae* (L.) (в 18 точках), стрельчатка пси *Acronicta psi* (L.) и клоп *Kleidocerys resedae* (Pz.) (оба в 22 точках). Эти 14 видов обнаружены в биотопах всех категорий. Встречаемость остальных была более низкой; 28 из них найдены каждый только в одной точке.

Несмотря на значительное число обнаруженных видов насекомых-филлофагов, вспышек численности опасных вредителей при обследованиях не отмечено. Наиболее вредоносны на березе тли; было найдено 8 видов тлей, но их максимальная численность приурочена либо к началу, либо к концу вегетационного сезона, поэтому в период обследования она (уже или еще) была умеренной.

Характеристика разных категорий биотопов. Среднее число видов на точку различалось по категориям биотопов недостоверно (F (7, 39)=0,7913, p=0.599). Оно составляло от 11,6 до 16,0 (рис. 2) – в среднем 14,3. В отдельных точках при обследовании найдено от 6 до 22 видов филлофагов. Из 47 обследованных точек в 44 присутствуют четыре основные (1-4) экологические группы филлофагов.

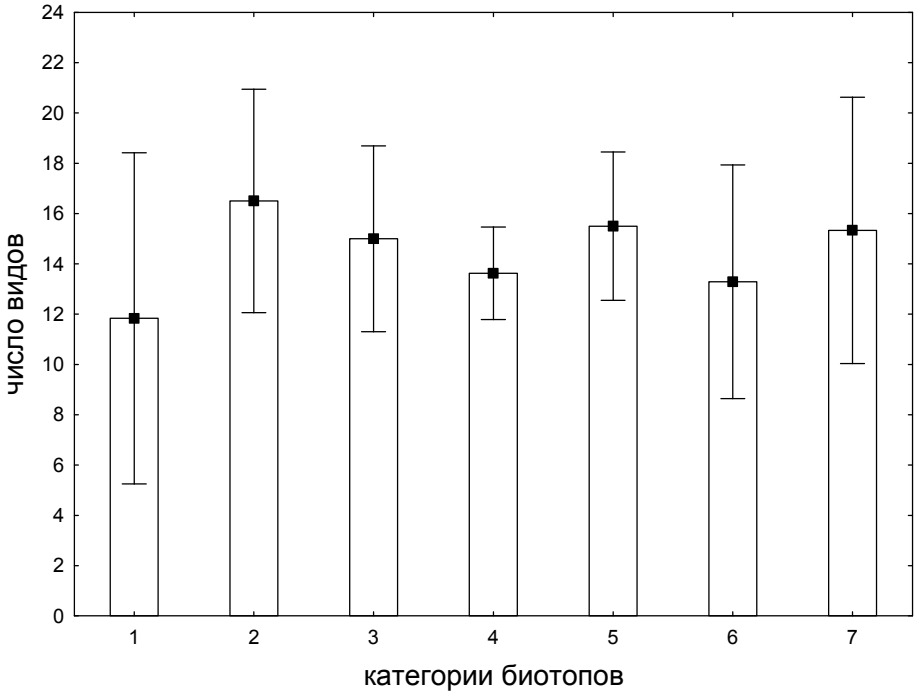

Рис. 2. Среднее число видов (± стандартная ошибка) по категориям биотопов

Из 6 обследованных лесопарковых точек в двух было найдено всего по 6 видов филлофагов. В этих точках также явно была нарушена экологическая структура сообществ: сосущих видов не было обнаружено в обеих точках, а в одной из них вообще были найдены только 5 видов открыто живущих грызущих насекомых (2 пяденицы и 3 пилильщика) и долгоносик. Так что лесопарковые точки имели самый низкий уровень видового богатства, низкий коэффициент видового сходства друг с другом, а также невысокое сходство с другими категориями биотопов (табл. 1).

В категории 2 «Насаждения, примыкающие к лесопаркам» количество (и доля) открыто живущих грызущих филлофагов снизились, но вдвое увеличилось число найденных здесь видов сосущих филлофагов. При этом возросло не число видов тлей, доминировавших среди сосущих в лесопарках, а цикадок и клопов, разнообразие которых заметно увеличилось в парковых местообитаниях - в отличие от кладбищ. Видовое богатство сообществ насекомых на березах кладбищ ниже, а структура их несколько иная, поэтому сходство биотопов внутри категории 2 также невысокое. По-видимому, не только положение насаждения внутри города, но и его внутренние характеристики, которые могут значительно различаться, определяют видовое богатство и структуру группировок насекомых.

Внутри категорий 3 – 5 сообщества насекомых более сходны между собой по структуре (табл. 1) и показателям видового богатства (рис. 2).

Биотопы шестой категории – городские улицы с оживленным движением. Среднее число видов насекомых-филлофагов в таких местах низкое. Более других страдает группа открыто живущих грызущих филлофагов (рис. 3); из семи обследованных точек этой категории в одной их вообще не найдено. Число видов других экологических групп не снижается, а их доля среди зарегистрированных видов (из-за снижения доли открыто живущих грызущих видов) даже несколько увеличивается.

Таблица 1

Коэффициенты сходства (Чекановского-Съеренсена, I_{CS}) состава сообществ насекомых-филлофагов березы в разных категориях городских биотопов

Категория биотопа	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0,516	0,456	0,472	0,556	0,462	0,493	0,487	0,478
1		0,376	0,403	0,487	0,430	0,413	0,430	0,414
2			0,474	0,543	0,486	0,500	0,505	0,482
3				0,624	0,570	0,584	0,593	0,562
4					0,484	0,510	0,519	0,506
5						0,513	0,550	0,525
6							0,539	0,522
7								0,478

И, наконец, автомагистрали. Они были взяты как максимальные по градиенту транспортной нагрузки (малопроезжие улицы – оживленные улицы – автомагистрали), и ожидалось, что они будут иметь худшие показатели в отношении общего видового богатства сообществ насекомых-филлофагов или хотя бы отдельных экологических групп. Однако оказалось, что оно не меньше, чем у большинства категорий городских биотопов (рис. 2), причем все экологические группы насекомых хорошо выражены (рис. 3). Это обеспечивается соседством с лесопарками, которые способствуют уменьшению загрязнения воздуха и служат источником заселения близлежащих насаждений.

Тенденция «окраины – центр» в пределах Екатеринбурга. По распределению в городе насекомые-филлофаги распадаются на несколько групп. Виды первой группы встречаются в лесу, лесопарках и всех выделенных категориях типично городских биотопов (или хотя бы в большинстве категорий). Сюда мы относим все виды, которые считаем основой комплекса филлофагов (см. выше). Такие виды типичны для лесной зоны Евразии и обычны для окружающих город лесных сообществ [14; 28]. Надо полагать, они заселили город с окружающих лесных участков [13; 19]. При этом в городе их численность нередко выше, чем в лесу и лесопарках.

Виды второй группы встречаются в лесу и лесопарках, а также изредка в тех городских биотопах, которые непосредственно прилегают к лесопаркам (категория 2) или расположены неподалеку (отдельные точки категорий 4, 5 и 7). В этой группе преобладают макрочешуекрылые: *Macaria notata* (L.), *Biston betularia* (L.), *Phalera bucephala* (L.), *Orgyia antiqua* L., *Colocasia coryli* (L.) и др. (табл. 2). Эти виды не обнаружены в центре города – на насаждениях оживленных городских улиц и даже, что особенно интересно, в городских парках. Вероятно, попытки колонизации этих насаждений происходят, но оказываются безуспешными.

Виды третьей группы напротив встречаются преимущественно в типичных городских биотопах. Ранее они проникли в город с лесных территорий через лесопарки (или остались в городе при расширении его территории за счет леса), но в городе нашли для себя благоприятные условия, позво-

лившие им повысить численность [20]. В лесу и лесопарках их численность сохраняется на низком уровне, что далеко не всегда позволяет их здесь обнаружить. Хорошим примером таких видов могут служить клоп *Kleidocerys resedae* (в лесопарках отловлена всего одна особь) и пилильщик *Croesus septentrionalis* (найден только в биотопах категорий 4 и 5, табл. 2).

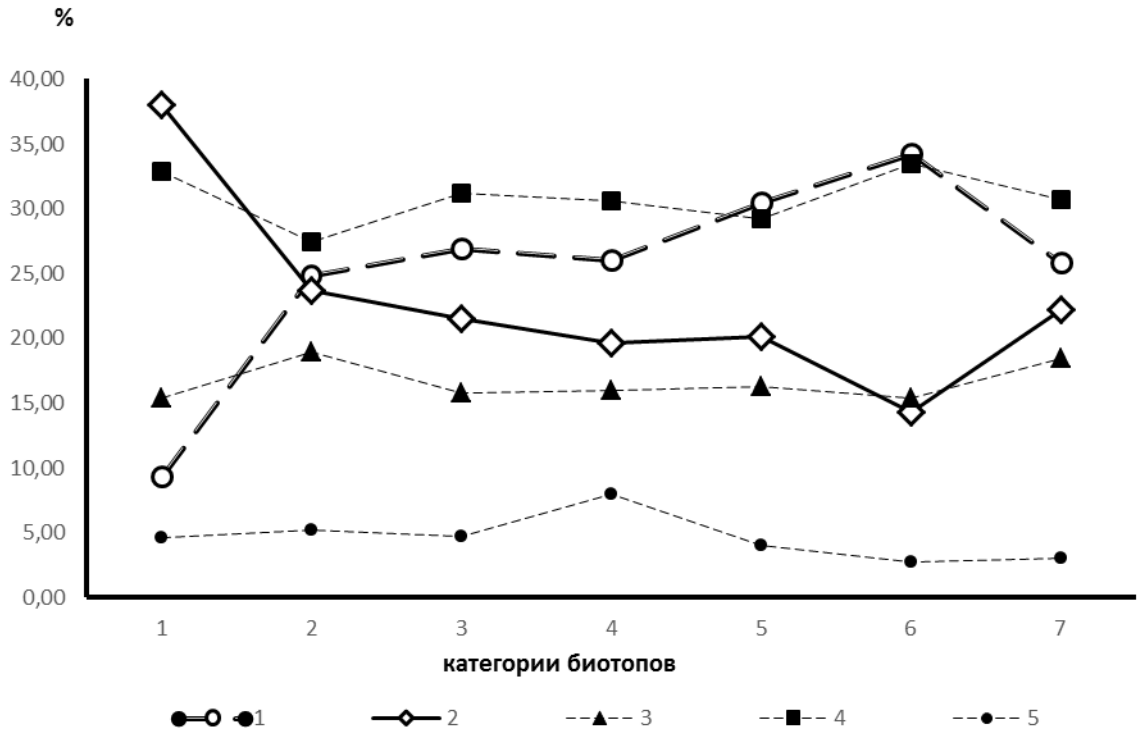

Рис. 3. Доля (%) филлофагов разных эколого-трофических групп по категориям биотопов: 1 − сосущие открыто живущие; 2 − грызущие открыто живущие; 3 − грызущие полускрыто живущие; 4 – минеры; 5 – прочие

Поскольку виды первой группы встречаются в биотопах всех категорий, а второй и третьей групп при продвижении наблюдателя от окраины к центру города сменяют друг друга, видовое богатство в целом меняется незначительно. То же самое можно сказать и о структуре сообществ насекомых. Но всё же на центральных городских улицах несколько снижается видовое разнообразие, а также число и доля открыто живущих грызущих насекомых (Macrolepidoptera и пилильщики) среди обнаруженных видов (рис. 2 и 3). Различия между лесопарками и центральными городскими улицами по этому показателю – единственно достоверное ($p < 0,05$) среди всех категорий биотопов.

Сходство видового богатства и структуры сообществ насекомых в разных биотопах внутри одной категории. Показано, что наибольшие различия наблюдаются между лесопарками (биотопы категории 1; рис. 2, табл. 1); ниже мы обсудим причину такой ситуации.

Мы уже говорили, что биотопы категории 2 по данным обследований распадаются на две группы: кладбища и прочие биотопы. Внутри этих групп также наблюдаются определенные различия.

Городские парки оказались наиболее сходными между собой по видовому составу внутри своей категории (табл. 1) и довольно близкими по видовому богатству (рис. 2).

Среди внутриквартальных насаждений из обследованных восьми заметно отклоняется одно. Судя по размерам присутствующих здесь деревьев (и не только березы), этот двор был озеленен недавно; по сравнению с другими точками этой категории здесь мало сосущих и много грызущих открыто живущих видов.

Категорию оживленных городских улиц с явным дефицитом открыто живущих грызущих видов для всей категории мы уже рассматривали. Участок уличных насаждений, где их не было найдено совсем, оказался крайним отклонением по видовому богатству сообществ в этой категории.

И, наконец, автомагистрали. Из шести обследованных опять-таки выпадает одна точка, с молодыми растениями. Коэффициент ее сходства с остальными 46 точками составляет 0,285, тогда как для прочих 5 точек этой категории он лежит в пределах 0,402–0,557.

Таблица 2

Распределение найденных видов по категориям городских биотопов

Наименование вида	Номера биотопов						
	1	2	3	4	5	6	7
Отр. Homoptera							
Сем. Drepanosiphidae							
Euceraphis punctipennis (Zett.)	+	+	+	+	+	+	+
Boernerina depressa Bramst.						+	
Callipterinella betularia Kalt.	+	+	+	+	+	+	+
Betulaphis quadrituberculata Kalt.	+			+			
Symydobius oblongus Heyd.	+		+		+		
Sp.1.		+	+	+	+	+	+
Сем. Hormaphididae							
Hormaphis betulae Mord.							+
Сем. Thelaxidae							
Glyphina betulae (L.)			+	+			+
Сем. Psyllidae							
Sp. 1.					+		
Сем. Cicadellidae							
Oncopsis subangulata (Sahlberg)		+	+	+	+	+	+
Linnavuoriana decempunctata (Fall.)		+					
Sp. 1.		+	+	+	+	+	+
Sp. 2		+					
Sp. 3			+			+	
Сем. Aphrophoridae							
Aphrophora salicina (Goeze)		+					+
Отр. Hemiptera							
Сем. Acanthosomatidae							
Acanthosoma haemorrhoidale L.		+					
Elasmostethus interstinctus L.	+	+	+	+	+		
Elasmucha grisea (L.)	+	+	+	+	+	+	+
Сем. Pentatomidae							
Palomena prasina L.					+		+
Pentatoma rufipes L.		+					
Picromerus bidens (L.)						+	
Сем. Miridae							
Neolygus viridis (Fall.)		+		+	+	+	
Blepharidopterus angulatus (Fall.)		+	+	+	+	+	
Sp. 1.		+		+			
Сем. Lygaeidae							
Kleidocerys resedae (Pz.)	+	+	+	+	+	+	+
Отр. Coleoptera							
Сем. Chrysomelidae							
Bromius obscurus (L.)				+			
Сем. Elateridae							
Hemicrepidius niger (L.)				+			
Сем. Attelabidae							
Deporaus betulae (L.)	+	+	+	+	+	+	+
Byctiscus betulae (L.)		+					
Сем. Apionidae							
Betulapion simile (Kby.)	+	+	+	+	+	+	+

Продолжение табл. 2

Сем. Curculionidae							
Elleschus scanicus (Pk.)	+						
Polydrusus pilosus Gredl.				+			
Отр. Lepidoptera							
Сем. Eriocraniidae							
Eriocrania unimaculella (Steph.)	+	+				+	
Eriocrania sparrmanella (Bosc.)		+	+	+	+	+	+
Eriocrania sp.	+	+	+	+	+	+	+
Сем. Nepticulidae							
Stigmella confusella (Wood & Wal.)	+	+	+	+	+	+	+
Stigmella lapponica (Wocke)	+						
Сем. Incurvariidae							
Incurvaria pectinea Haw.							+
Сем. Gelechiidae							
Anacampsis blattariella (Hbn.)	+	+		+	+	+	+
Carpatolechia alburnella (Zell.)		+					
Carpatolechia proximella (Hbn.)		+			+		+
Sp.1.		+		+	+	+	+
Sp.2.	+	+	+	+		+	+
Сем. Gracillariidae							
Caloptilia betulicola (M. Hering)	+	+	+	+	+	+	+
Caloptilia populetorum (Zell.)	+	+	+	+	+	+	+
Parornix betulae (Stain.)	+		+	+		+	+
Phyllonorycter ulmifoliella (Hbn.)	+	+	+	+	+	+	+
Сем. Tortricidae							
Pandemis heparana (Den. & Schiff.)		+	+	+	+		+
Acleris logiana (Clerck.)	+	+	+	+	+	+	+
Archips rosanus (L.)		+					
Сем. Yponomeutidae							
Swammerdamia caesiella (Hbn.)	+		+	+			
Сем. Coleophoridae							
Haploptilia serratella (L.)	+	+	+	+	+	+	+
Сем. Drepanidae							
Drepana falcataria (L.)						+	
Сем. Geometridae							
Cabera pusaria (L.)	+	+		+	+		
Macaria notata (L.)	+	+					
Lycia hirtaria (Clerck.)		+					
Biston betularia (L.)	+	+					+
Hypomecis punctinalis (Scop.)		+		+	+	+	+
Deileptenia ribeata (Clerck)	+						
Cyclophora albipunctata (Hufn.)	+				+		
Jodis lactearia (L.)	+						
Сем. Notodontidae							
Notodonta dromedarius (L.)			+				
Phalera bucephala (L.)	+						
Сем. Lymantriidae							
Orgyia antiqua L.							+
Сем. Noctuidae							
Acronicta alni (L.)	+		+		+		+
Acronicta psi (L.)	+	+	+	+	+	+	+
Moma alpium (Osbeck)		+	+		+		+
Colocasia coryli (L.)	+	+					

Окончание табл. 2

Сем. Arctiidae							
Atolmis rubricollis (L.)	+						
Отр. Hymenoptera							
Сем. Tenthredinidae							
Hemichroa australis (Lep.)	+	+	+	+	+	+	+
Croesus septentrionalis (L.)				+	+		
Sp. 1			+	+	+		+
Sp. 2					+		
Sp. 3							+
Sp. 4	+						
Sp. 5	+		+				
Fenusella nana (Kl.)	+	+	+	+	+	+	+
Fenusa pumila Leach.	+						
Сем. Argidae							
Arge dimidiata (Fall.)	+						
Сем. Cimbicidae							
Cimbex femorata L.				+			+
Сем. Megachilidae							
Megachile sp.		+					
Всего	40	46	34	40	38	32	39

Причины снижения видового богатства сообществ насекомых-филлофагов в городских биотопах. Характеризуя лесопарки, мы уже говорили о том, что в двух из шести обследованных точек обнаружено всего по 6 видов насекомых-филлофагов – наименьшее число для всего объема данных. Эти точки были выбраны на очень затененных участках лесопарков, и можно выдвинуть предположение, что именно недостаточная освещенность является причиной низкого видового богатства группировок насекомых в этих точках. Это предположение подкрепляется данными по кладбищам. Одно из кладбищ заметно отличается от двух других узкими дорожками и сомкнутым верхним ярусом; оно имеет меньшее число видов филлофагов на березе [10], чем два другие [14; 19]. Средний коэффициент его сходства с остальными 46 точками массива данных (включая две лесные) составляет всего 0,321, тогда как для двух остальных кладбищ – 0,464 и 0,439.

Необходимо заметить, что обычно внутри каждого затененного биотопа можно найти и освещенные места, с иными сообществами насекомых: дороги, просеки, поляны. Такая внутрибиотопическая мозаичность в определенной мере свойственна и биотопам категории 2, и городским паркам.

Бедные сообщества насекомых-филлофагов на березе можно встретить не только в чрезмерно затененных биотопах, но и в чрезмерно освещенных, на оживленных городских улицах, где береза страдает от загрязнения и перегрева. Деревья здесь часто посажены в один ряд вдоль проезжей части; их листья покрываются пылью и преждевременно засыхают. Ситуация усугубляется местом посадки; состояние деревьев хуже, а число видов насекомых наименьшее при линейной посадке деревьев непосредственно вдоль проезжей части. А.А. Рупайс [29] считал: березу не следует сажать близко к обочинам дорог. Если же посаженные березы отделены от проезжей части дороги тротуаром (а еще лучше вдобавок полосой газона), то деревья поддерживают заметно более богатые сообщества насекомых-филлофагов.

Еще одной причиной для различий видового богатства филлофагов в обследуемых точках является возраст деревьев, о котором мы приблизительно судили по диаметру ствола. Деревья с небольшим диаметром ствола (то есть молодые) обычно поддерживают более бедные группировки насекомых (рис. 4): $F(3,43)=3,1678$, $p=0,038$. Менее сложные группировки насекомых на молодых деревьях березы и соответственно меньшую поврежденность листьев обнаруживали многие исследователи [30-33]. В городе недавнее озеленение выбранной точки какое-то время не позволяет сформироваться типичным городским группировкам насекомых-филлофагов – особенно в случае, когда новая точка стоит далеко от других [34]. Отсутствуют в таких точках также виды (*Betulapion simile, Kleidocerys resedae)*, для которых необходимо питание на генеративных органах березы, поскольку молодые деревца пока не плодоносят.

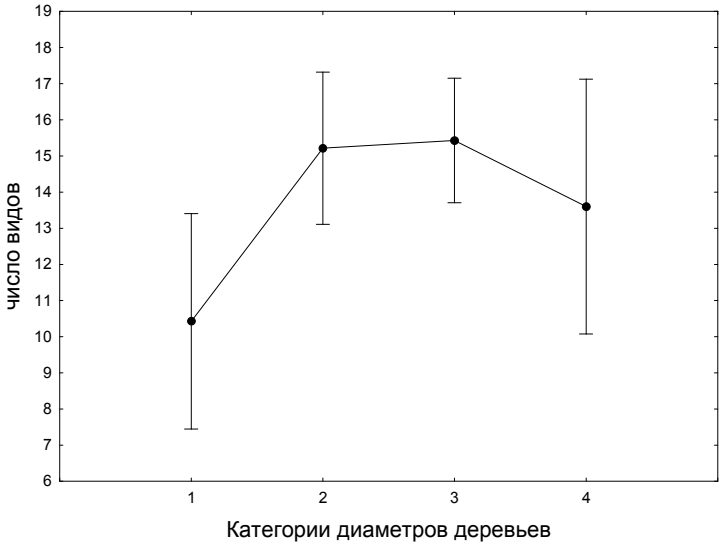

Рис. 4. Связь числа видов со средним диаметром деревьев в биотопе: 1 диаметр ≤10 см (n=7); 2диаметр = 11–20 см (*n*=14); 3диаметр = 21–30 см (*n*=21); 4 диаметр > 30см (*n*=5)

Достоверных различий видового богатства комплексов филлофагов в разных категориях биотопов Екатеринбурга найдено не было (рис. 2). В то же время многие исследователи [35; 3; 19; 14; 15] считают, что наиболее богаты видами комплексы насекомых лесопарков и городских парков. Число видов там можно сопоставить с лесами. Значительно беднее комплексы внутриквартальных насаждений, и меньше всего видов регистрируется в уличных посадках. Мы полагаем, что некоторое несоответствие наших результатов с данными, полученными другими исследователями, объясняется климатом района работы либо структурой конкретных биотопов.

Что касается экологической структуры сообществ, то наиболее примечательно обилие в лесопарках открыто живущих грызущих филлофагов (14 видов, рис. 3); многие из них не встречаются в настоящих городских биотопах, в том числе на центральных городских улицах. Найденная закономерность создает тенденцию снижения видового богатства и доли открыто живущих грызущих филлофагов по направлению к центру города, относительно которой согласно высказывается большинство исследователей (например, [20; 4]). В центре города лучше представлены минеры и галлообразователи, что объясняют обычно загрязнением среды и возможностью уйти от него, существующей у представителей этих групп. Возможно также, что у многих представителей открыто живущих грызущих филлофагов ограничены лётные способности, а поэтому и доступ в центр города.

Мы обнаружили также, что сообщества насекомых-филлофагов всех выделенных нами категорий городских биотопов наиболее сходны по составу сообществ с городскими парками (табл. 1). Этот неожиданный феномен пока не получил объяснения.

Заключение

При выполнении данной работы на березе в 45 обследованных точках семи выделенных нами категорий городских биотопов найден 81 вид насекомых-филлофагов. Среди таксономических групп преобладают чешуекрылые (37 видов), среди экологических – открыто живущие грызущие филлофаги (26 видов).

Среднее число видов на точку (видовое богатство) оказалось наименьшим в биотопах категории лесопарков (рис. 2). Но общее число видов, найденных в биотопах этой категории, довольно велико (табл. 2). По видовому составу насекомых-филлофагов биотопы разных категорий отличаются друг от друга довольно сильно: в категориях 0 – 1 много открыто живущих грызущих видов, которые не встречаются ближе к центру города; в категории 2 резко увеличивается число видов сосущих насекомых, в основном цикадок и клопов. На оживленных улицах доля открыто живущих грызущих видов самая низкая.

Было обнаружено, что сообщества насекомых-филлофагов всех категорий городских биотопов наиболее сходны по составу сообществ с городскими парками.

Точки разных и даже одной категории биотопов могут значительно различаться между собой по видовому богатству. Причинами снижения видового богатства могут быть: в биотопах 1 – 3 – значительное снижение освещенности; в биотопах 6 и 7 – высокая загрязненность воздуха и самих насаждений, высокая температура и низкая увлажненность воздуха и почвы; в любой категории биотопов – молодой возраст деревьев.

При продвижении от окраины к центру города одни виды сменяются другими, но видовое богатство, а также структура сообществ насекомых меняются незначительно. Только на центральных городских улицах среди обнаруженных видов несколько снижается общее богатство (табл. 2), а также число и доля открыто живущих грызущих насекомых (Macrolepidoptera и пилильщики).

Мы благодарны специалистам, определившим насекомых отдельных таксономических групп: тлей (Н.В. Николаева); долгоносикообразных жесткокрылых (В.В. Сапронов); щелкунов (С.Д. Вершинина); многие виды Microlepidoptera (финский энтомолог К. Нуппонен). Мы также выражаем искреннюю признательность Е.Л. Воробейчику, Д.В. Веселкину и А.В. Гилеву за полезное обсуждение некоторых моментов статьи и помощь в обработке данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чернышенко О.В. Поглотительная способность и газоустойчивость древесных растений в условиях города. М: Изд-во МГУ, 2001. 120 с.
2. Якубов Х.Г. Экологический мониторинг зеленых насаждений в Москве. М.: ООО «Стагирит-Н», 2005. 264 с.
3. Белова Н.К. Распространение главнейших вредителей древесных пород в декоративных посадках г. Москвы и ее окрестностях // Науч. труды МЛТИ. М., 1981. Вып. 120. С. 132-137.
4. Кривошеина Н.П. Современные представления о насекомых-дендробионтах городских экосистем // Дендробионтные насекомые зеленых насаждений г. Москвы. М.: Наука, 1992. С. 5-51.
5. Екатеринбург. Энциклопедия. Екатеринбург: Академкнига, 2002. 728 с.
6. Колосов Ю.М. Тополевая моль (*Lithocolletis populifoliella* Fr.) // «Зауральский край», 1918. № 50 от 27.IX.
7. Пентин А.П. Вредители и болезни городских зеленых насаждений Свердловской области и меры борьбы с ними. Свердловск, 1939. 59 с.
8. Ширшова А.И. К изучению энтомофауны зеленых насаждений г. Свердловска // Материалы по озеленению городов Урала. 1958. Вып. 1. С. 106-111.
9. Данилова А.П. Распространение тополевой моли в зеленых насаждениях Свердловска // Фауна Урала и Европейского Севера. Свердловск, 1981. № 9. С. 122-128.
10. Данилова А.П., Зыкова Л.С., Коржавина Н.А. Вредители зеленых насаждений парка Дворца пионеров и школьников г. Свердловска // Фауна Урала и прилежащих территорий. Свердловск, 1984. С. 109-112.
11. Трусевич А.Г. К фауне минирующих насекомых – вредителей зеленых насаждений на Среднем Урале // Фауна Урала и Европейского Севера. Свердловск, 1981. № 9. С. 114-121.
12. Трусевич А.Г. О фауне минирующих насекомых – вредителей зеленых насаждений на Среднем Урале // Интродукция и акклиматизация древесных растений. УНЦ АН СССР. Свердловск, 1982. С. 146-152.
13. Белова Н.К. Видовой состав и структура вредителей листвы и побегов декоративных насаждений Подмосковья // Науч. труды МЛТИ. М., 1982. Вып. 147. С. 11-16.
14. Белов Д.А. Грызущие и минирующие листву насекомые зеленых насаждений Москвы: автореф. дис. …. канд. биол. наук. М.: МГУ, 2000. 28 с.
15. Ельникова Ю.С. Особенности размещения насекомых в зеленых насаждениях Волгограда // Изв. С.-Петерб. лесотехн. академии. 2011. Вып. 196. С. 139-144.
16. Тарасова О.В., Ковалев А.В., Суховольский В.Г., Хлебопрос Р.Г. Насекомые-филлофаги зеленых насаждений городов. Новосибирск: Наука, 2004. 180 с.
17. Баранник А.П. Эколого-фаунистическая характеристика дендрофильной энтомофауны зеленых насаждений промышленных городов Кемеровской области // Экология. 1979. № 1. С. 76-79.
18. Баранник А.П., Глотов Г.А. Озеленение городов Кузбасса. Кемерово: Кемеровское кн. изд-во, 1984. 88 с.
19. Стадницкий Г.В., Гребенщикова В.П. Растениеядные насекомые в городской среде // Озеленение, проблемы фитогигиены и охрана городской природной среды. Л.: ЗИН АН СССР, 1984. С. 60-69.
20. Клауснитцер Б. Экология городской фауны. М.: Мир, 1990. 246 с.
21. Золотарев М.П., Бельская Е.А. Население беспозвоночных-герпетобионтов в крупном промышленном городе: разделение эффектов рекреации и урбанизации // Сибирский экологический журнал. 2015. № 1. С. 102-111.
22. Веселкин Д.В., Галако В.А., Власенко В.Э., Шавнин С.А., Воробейчик Е.Л. Связь между характеристиками состояния деревьев и древостоев сосны обыкновенной в крупном промышленном городе // Сибирский экологический журнал, 2015. №2. С. 301-309.
23. Мамаев С.А., Кожевников А.П. Деревья и кустарники Среднего Урала: Справочник-определитель. Екатеринбург: Изд-во «Сократ», 2006. 272 с.

24. Сродных Т.Б., Денеко В.Н. Ассортимент древесно-кустарниковых видов в озеленении г. Екатеринбурга // Леса Урала и хозяйство в них. Екатеринбург, 2004. Вып. 25. С. 151-159.
25. Богачева И.А. Сообщества насекомых-филлофагов зеленых насаждений Екатеринбурга на разных видах растений родов *Malus, Padus, Salix* // Вестн. Удмуртского ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. 2014. Вып. 4. С. 56-61.
26. Кутенкова Н.Н. Беспозвоночные березовые консорции и их количественная оценка в заповеднике «Кивач» // Успехи энтомологии в СССР: лес. энтомол.: Мат-лы Всес. съезда энтомол. о-ва. Л., 1990. С. 70-72.
27. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 287 с.
28. Кривец С.А. Жуки-долгоносики (Coleoptera, Curculionidae) в зеленых насаждениях Томска // Мониторинг состояния лесных и урбо-экосистем: Тез. докл. междунар. науч. конф. М., 2002. С. 132-133.
29. Рупайс А.А. Вредители деревьев и кустарников в зеленых насаждениях Латвийской ССР. Рига: Зинатне, 1981. 264 с.
30. Chapin F.S., Bryant J.P., Fox J.F. Lack of induced chemical defense in juvenile Alaskan woody plants in response to simulated browsing // Oecologia. 1985. Vol. 67. № 4. P. 457-459.
31. Fowler S.V. Foliage value, apparency and defense investment in birch seedlings and trees // Oecologia. 1984. Vol. 62. P. 387-392.
32. Fowler S.V. Differences in insect species richness and faunal composition of birch seedlings, saplings and trees: the importance of plant architecture // Ecol. Entomol. 1985. № 10. P. 159-169.
33. Niemelä P. Dependence of *Oporinia autumnata* (Lep., Geometridae) outbreaks on summer temperature // Rep. Kevo Subarctic Res. Stat. 1980. Vol. 16. P. 27-30.
34. Богачева И.А. Сообщества насекомых-филлофагов в молодых березовых насаждениях северных городов // Экология. 2014. № 6. С. 422-427.
35. Данилова А.П., Белицер О.И. Вредные насекомые зеленых насаждений в Каменске-Уральском // Озеленение городов. Отдел научно-технической информации АКХ. М., 1975. Вып 106. С. 121-125.

Поступила в редакцию 01.11.16

I.A. Bogacheva, G.A. Zamshina

THE DISTRIBUTION OF BIRCH PHYLLOPHAGOUS INSECTS IN THE TERRITORY OF A LARGE INDUSTRIAL CITY

To date, there have been no studies on phyllophagous insects communities in the city of Yekaterinburg. Dividing the greenery of the city into 7 categories, we proposed to answer the following questions: to determine whether species richness and ecological structure of phyllophagous insects communities differ in various categories of urban greenery, and also to find the factors of essential deviations of some biotopes (points) from the mean city indices. The birch insect communities were chosen as objects for analysis.
In 2008 birch phyllophagous insects communities in the Yekaterinburg territory were studied during two last ten-day periods of July, using trees in biotopes of categories chosen (45 points evenly distributed within the city boundaries). In each biotope, ten trees were inspected; all the noticed phyllophagous insects and their feeding marks in the lower part of tree crowns were registered. 81 phyllophages species were found; Lepidopterans are the largest taxonomic unit (37 species), and the ecological group of gnawing open living insects (26 species) prevails among phyllophages. It was shown that species richness and insect communities structure change insignificantly among different categories of urban greenery. However, the species richness of insect communities, species number of open living insects and their proportion in insect communities reduce in the streets of the city center. Three factors (high pollution of air and food plants (for biotopes of 6 and 7 categories); high shading of plants in biotopes (for 1-3 categories) and the young age of trees) reduce the species richness of phyllophagous insect communities and change their structure.

Keywords: Yekaterinburg, urban greenery, biotope categories, birch, phyllophagous insects, species richness of insect communities, structure similarity.

REFERENCE

1. Chernyshenko O.V. Poglotiteljnaya sposobnostj i gasoustojchivostj drevesnykh rastenij v usloviyakh goroda [Gas absorbing capacity and gas resistance of arboreal plants in town environment], M.: Izdat. MGU, 2001, 120 p. (in Russ.).
2. Yakubov Kh.G. Ekologicheskij monitoring zelenykh nasazhdenij v Moskve [Ecological monitoring of Moscow greenery], M.: OOO Stagirit-N, 2005, 264 p. (in Russ.).
3. Belova N.K. [Distribution of main pests of arboreal plants in ornamental plantations of Moscow and its environs], in *Nauch. Tr. MLTI*, M., 1981, iss. 120, pp. 132-137 (in Russ.).

4. Krivosheina N.P. [The modern conceptions on dendrobiont insects of urban ecosystems], in *Dendrobiontnye nasecomye zelenykh nasazhdenij g. Moskvy*, M: Nauka, 1992, pp. 5-51 (in Russ.).
5. Yekaterinburg. Entsiklopedia. [Ekaterinburg. Encyclopaedia], Ekaterinburg: Akademkniga, 2002, 728 p. (in Russ.).
6. Kolosov Yu.M. [Poplar moth (*Lithocolletis populifoliella* Fr.)], in *Zauraljskij Kraj*, 1918, iss. 50, 27 Sent. (in Russ.).
7. Pentin A.P. Vrediteli i bolezni gorodskikh zelenykh nasazhdenij Sverdlovskoj oblasti i mery borjby s nimi [Harmful insects and deseases of Sverdlovsk district urban greenery and measures of plant protection], Sverdlovsk, 1939, 59 p. (in Russ.).
8. Shirshova A.I. [On the study of Sverdlovsk greenery entomofauna], in *Materialy po ozeleneniyu gorodov Urala.* Sverdlovsk, 1958, iss. 1, pp. 106-111 (in Russ.).
9. Danilova A.P. [The distribution of poplar moth in Sverdlovsk greenery], in *Fauna Urala i Evropejskogo Severa.* Sverdlovsk, 1981, iss. 9, pp. 122-128 (in Russ.).
10. Danilova A.P., Zykova L.C. and Korzhavina N.A. [Greenery pests of pioneers and schoolchilds Home Park in Sverdlovsk], in *Fauna Urala i prilezhashchikh territorij.* Sverdlovsk, 1984, pp. 109-112 (in Russ.).
11. Trusevich A.G. [To the fauna of mining insects damaging greenery of the Middle Urals], in *Fauna Urala i Evropejskogo Severa*. Sverdlovsk, 1981, iss. 9, pp. 114-121 (in Russ.).
12. Trusevich A.G. [On the fauna of mining insects damaging greenery of the Middle Urals], in *Introduktsyja i akklimatisatsyja drevesnykh rastenij*, Sverdlovsk, 1982, pp. 146-152 (in Russ.).
13. Belova N.K. [Taxonomical and ecological structure of foliage and shoots pests communities of ornamental plantations in districts near Moscow], in *Nauch. Tr. MLTI*, M., 1982, iss. 147, pp. 11-16 (in Russ.).
14. Belov D.A. [Leaf−eating and leaf−mining insects in Moscow greenery], Abstract of diss. Cand. Biol. sci. M.: MGU, 2000, 28 p. (in Russ.).
15. Eljnikova Yu.S. [Some pecularities of insect distribution in Volgograd greenery], in *Izvestija S. Pb. lesotechnicheskoj Akademii,* 2011, iss. 196, pp. 139-144 (in Russ.).
16. Tarasova O.V., Kovalev A.V., Suchovolskij V.G. and Khlebopros R.G. Nasekomye-fillofagi zelenykh nasazhdenyj gorodov [Phyllophagous insects of urban greenery], Novosibirsk: Nauka, 2004, 180 p. (in Russ.).
17. Barannik A.P. [Ecological and faunal description of dendrophilous entomofauna on urban greenery in some industrial towns of Kemerovo district], in *Soviet Journal of Ecology*, 1979, iss. 1, pp. 76-79 (in Russ.).
18. Barannik A.P. and Glotov G.A. Ozelenenie gorodov Kuzbassa [Planting of greenery in Kuzbass towns], Kemerovskoe knizhnoe izdateljstvo, 1984, 88 p. (in Russ.).
19. Stadnitskij G.V. and Grebenshchikova V.P. [Plant-eating insects in urban environment], in *Ozelenenie, problemy fitogigieny i ochrana gorodskoj prirodnoj sredy*, L.: ZIN AN SSSR, 1984, pp. 60-69. (in Russ.).
20. Klausnitzer B. Ekologiya gorodskoj fauny [Ecology of urban fauna], Moscow: Mir. 1990, 246 p. (in Russ.).
21. Zolotarev M.P. and Beljskaya E.A. [Ground-dwelling Invertebrates in a large industrial city: differentiation of recreation and urbanization effects], in *Contemporary Probl. of Ecology*, 2015, vol. 8, no. 1, pp. 83–90 (in Russ.).
22. Veselkin D.V., Galako V.A., Vlasenko V.E., Shavnin S.A. and Vorobejchik E.L. [Relationship between the characteristics of the state of Scots pine trees and tree stands in a large industrial city, in *Contemporary Probl. of Ecology*, 2015, vol. 8, no. 2, pp. 243–249. (in Russ.).
23. Mamaev S.A. and Kozhevnikov A.P. Derevjya i kustarniki Srednego Urala. Spravochnik-opredelitelj [Trees and shrubs of the Middle Urals. Reference book], Ekaterinburg: Sokrat, 2006, 272 p. (in Russ.).
24. Srodnykh T.B. and Deneko V.N. [The assortment of tree and shrub species in Ekaterinburg greenery], in *Lesa Urala i khozyajstvo v nikh*, Ekaterinburg, 2004, iss. 25, pp. 151-159 (in Russ.).
25. Bogacheva I.A. [Communities of Phyllophagous Insects in Young Birch Greeneries of Northern Cities], in *Russian J. of Ecology*, 2014, vol. 45, no. 6, pp. 467–472 (in Russ.).
26. Kutenkova N.N. [The invertebrates of birch consortions and their quantitative estimation in Kivach reserve], in *Mater. Vsesoyuznogo sjezda entomol. Obshchestva "Uspechi entomologii v SSSR: lesnaya entomologia",* L., 1990, pp. 70-72 (in Russ.).
27. Pesenko Ju.A. Principy i metody kolichestvennogo analiza v faunisticheskikh issledovanijakh [Principles and methods of quantitative analysis in faunistic studies], Moscow: Nauka, 1982, 287 p. (in Russ.).
28. Krivets S.A. [Weevils (Coleoptera, Curculionidae) in greenery of Tomsk], in Mater. mezhd. nauch. konf. *"Monitoring sostoyaniya lesnykh i urbo-ecosistems"*, M., 2002, pp. 132-133 (in Russ.).
29. Rupais A.A. Vrediteli derevjev i kustarnikov v zelenykh nasazhdenijakh Latvijskoj SSR [Trees and shrubs pests in greenery of LatvSSR], Riga: Zinatne, 1981, 264 p. (in Russ.).
30. Chapin F.S., Bryant J.P. and Fox J.F. Lack of induced chemical defense in juvenile Alaskan woody plants in response to simulated browsing, in *Oecologia*, 1985, vol. 67, no. 4, pp. 457-459.
31. Fowler S.V. Foliage value, apparency and defense investment in birch seedlings and trees, in *Oecologia*, 1984, vol. 62, pp. 387-392.
32. Fowler S.V. Differences in insect species richness and faunal composition of birch seedlings, saplings and trees: the importance of plant architecture, in *Ecol. Entomol*., 1985, no. 10, pp. 159-169.
33. Niemelä P. Dependence of *Oporinia autumnata* (Lep., Geometridae) outbreaks on summer temperature, in *Rep. Kevo Subarctic Res. Stat*., 1980, vol. 16, P. 27-30.

34. Bogacheva I.A. [Communities of phyllophagous insects in young birch greenery of northern towns], in *Russian J. Ecol*., 2014, iss. 6, pp. 422-427. (in Russ.)
35. Danilova A.P. and Belitser O.I. [Harmful insects in greenery of Kamensk-Uraljskij], in *Mater. otdela nauchno-techn. informazii AKKH, Ozelenenie gorodov,* M., 1975, iss. 106, pp. 121-125. (in Russ.)

Богачева Ирина Александровна,
доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экологии птиц и наземных беспозвоночных
E-mail: bogacheva@ipae.uran.ru

Замшина Галина Александровна,
младший научный сотрудник лаборатории экологии птиц и наземных беспозвоночных
E-mail: galinka_1976@mail.ru

Институт экологии растений и животных УрО РАН
620144, Россия, Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202

Bogacheva I.A.,
Doctor of Biology, Leading researcher in laboratory of birds and terrestrial invertebrates ecology
E-mail: bogacheva@ipae.uran.ru

Zamshina G.A.,
Junior researcher in laboratory of birds and terrestrial invertebrates ecology
E-mail: galinka_1976@mail.ru

Institute of Plant and Animal Ecology
of Ural branch of Russian Academy of Sciences
8-go Marta st., 202, Yekaterinburg, Russia, 620144