

А.С. Бабенко, Н.И. Еремеева

ОСОБЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ЖУЖЕЛИЦ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В УСЛОВИЯХ СИБИРСКИХ ГОРОДОВ

Показана специфика фауны и особенности распределения жуужелиц на территории двух сибирских городов. В Кемерове основу фауны составляют луговые и лесостепные виды, а в Томске – виды лесного комплекса. При изучении распределения жуужелиц отмечено, что при усилении антропогенной нагрузки изменяются видовая структура населения и характер их расселения по территории. В целом в городских условиях снижается видовое разнообразие жуужелиц и увеличивается степень доминирования отдельных видов.

Увеличение площади урбанизированных территорий и повышенная концентрация на них ряда опасных производств выдвигают ряд задач, среди которых одной из главных является экологическая оценка и прогноз развития городов и зон их влияния. Городские экосистемы отличаются по ряду экологических показателей (увлажненность почв и воздуха, суточная и сезонная динамика температур и др.) от пригородов и зональных неурбанизированных экосистем. Это связано прежде всего с большими энергетическими потоками и механическими преобразованиями в городах, вызванными хозяйственной деятельностью человека. Все городские экосистемы являются в той или иной степени деформированными, по сравнению с исходными, за счет повышенной концентрации промышленности и населения на ограниченной территории. Ранее отмечалось, что зооценозы озелененных городских территорий сравнительно близки к природным и часто богаты видами, поскольку в этих местообитаниях имитируются или сохраняются первоначальные природные условия [1].

Для проведения работ по экологической оценке городских территорий важен выбор надежных критериев оценки их состояния, выявление индикаторов антропогенного влияния. В последние годы широкое распространение получили биоиндикационные исследования – использование живых организмов для оценки состояния экосистем [2]. К числу наиболее перспективных индикаторов антропогенного влияния относятся напочвенные беспозвоночные животные – герпетобионты [3, 4].

Изученность различных групп герпетобионтов в городах характеризуется значительной неравномерностью. Большинство работ, посвященных исследованию городской фауны, проведено на территории Европы; в Сибири до последнего времени специальное изучение напочвенных членистоногих в городах не проводилось. Ранее изучалось влияние на комплекс напочвенных жесткокрылых насекомых выбросов промышленных комбинатов [5–9], загрязненности придорожных экосистем [10–13], изучению восстановления

исходной фауны в ходе сукцессионных процессов в антропогенно нарушенных сообществах [14, 15]. Показано, что напочвенные жесткокрылые могут быть использованы в качестве индикаторов распределения ряда тяжелых металлов в окружающей среде [16, 17].

Основу герпетобия на урбанизированных территориях составляют жуки-жужелицы (Coleoptera, Carabidae). Эти подвижные, в большинстве хищные насекомые обитают в активном состоянии на поверхности почвы, где сосредоточены растительный опад и животные остатки. Жужелицы быстро реагируют на изменение экологической ситуации и поэтому могут служить модельной группой для изучения и прогнозирования состояния биоты урбанизированных экосистем. Вместе с тем жужелицы, несмотря на их существенную роль в урбанизированных экосистемах и хозяйственное значение, остаются одной из слабо изученных групп городской фауны в Сибири. Ранее специальное изучение жужелиц в условиях города проводилось на территории Варшавы [18], Праги [19], Лейпцига [20], Берлина [21], Бонна [22], Москвы [23], Гомеля [24], Тольятти [25].

Ранее проведенные исследования показали, что фактором, благоприятствующим формированию относительно богатой и разнообразной городской фауны, является высокая мозаичность условий в пределах города. Городские зеленые массивы, окруженные со всех сторон жилыми и промышленными кварталами, могут рассматриваться как островные места обитания и соответствовать по многим экологическим параметрам (зависимость видового разнообразия от площади островного участка, формирование находящихся под сильным антропогенным воздействием краевых зон и др.) закономерностям, выявленным для настоящих островов [26].

Таким образом, в настоящее время опыт изучения животного населения городов ограничен большей частью европейскими урбаноценозами, находящимися в иной, по сравнению с сибирскими, природно-климатической обстановке и характеризующимися иными показателями антропогенного влияния. В частности, для Сибири характерна значительная взаимная удаленность городов, сочетающаяся с высоким уровнем концентрации промышленных предприятий на ограниченной территории. Кроме того, здесь на протяжении многих лет при строительстве предприятий практически не уделялось внимания созданию природоохранной инфраструктуры.

В статье приводятся результаты сравнительного изучения фауны жужелиц на территориях двух крупных сибирских городов – Томска и Кемерово.

Материал и методика

Оба города расположены на юге Западной Сибири; климат в районе исследования резко континентальный. И для Томска, и для Кемерово характерны такие же климатические особенности, как и для всех крупных городов: низкая относительная влажность воздуха и более высокие температуры по сравнению с пригородами, повышенная повторяемость слабых ветров и местных туманов, изменение в условиях города радиационного и светового режима, процессов конденсации водяного пара, химического состава воздуха,

осадков, поверхностных и грунтовых вод как вблизи города, так и окружающей местности.

Томск – крупный промышленный и культурный центр Западной Сибири; здесь имеются десятки предприятий машиностроения, металлообработки, химической, деревообрабатывающей и пищевой промышленности. Особенностью Томска является высокая концентрация промышленных предприятий в северо-восточной части города и относительно невысокая – в южном и центральном районах. В последние годы резко увеличилась доля выбросов автомобильного транспорта (вследствие увеличения его количества) в общем потоке загрязнения воздуха при устаревшей дорожной инфраструктуре.

В Томске исследование фауны и экологии жужелиц проводилось в 1995–2002 гг. на участках крупных парков в центре города (Университетская роща, Сибирский ботанический сад); в небольших скверах, сильно подверженных рекреационной нагрузке (вытаптывание, периодический сбор и сжигание опада); на окраинах леса, вошедших в черту города за счет диффузной застройки (Академгородок), а также в пригородных промышленных и сельскохозяйственных районах.

В Кемерове исследования проводили в 2001–2004 гг. Территория города делится на пять административных районов, характеризующихся различной концентрацией промышленных производств и соответственно неодинаковой степенью загрязнения воздуха. Особенностью города является расположение непосредственно в его черте всех промышленных узлов и предприятий.

Основной промышленный узел города – «Заводской» – характеризуется высокой концентрацией химических производств: ПО «Азот», ПО «Химпром», коксохимзавод, Новокемеровская ТЭЦ и др. Данный промышленный узел может рассматриваться как преимущественно моноотраслевой химический [27]. В г. Кемерово суммарный показатель загрязнения атмосферы (ИЗА), оцениваемый как «высокий» [28], создается под влиянием следующих факторов: сосредоточенность на территории города крупных предприятий всех основных отраслей промышленности, неблагоприятные климатические и метеорологические условия; особенности рельефа города и неудачное с эколого-гигиенических позиций решение генерального плана застройки города. Особенностью города является загрязнение атмосферного воздуха всех функциональных зон наряду с вредными веществами, типичными для большинства городов (оксиды азота, серы и углерода, сажа, формальдегид, взвешенные вещества), большим количеством веществ (хлор, бензол, анилин, диметиламин, изопропиловый спирт, цианистый водород и др.), не свойственных атмосфере других городов. По качественному составу выбросов (более 160 вредных примесей) Кемерово находится на первом месте среди городов Кузбасса. Ведущими загрязнителями атмосферного воздуха г. Кемерово, по которым в 2002 г. отмечено превышение ПДК по среднегодовым концентрациям, являются бенз(а)пирен, формальдегид, аммиак, сероуглерод, сажа, диоксид азота.

Исследования проводили во всех районах Кемерова на естественных и искусственных (газоны) лугах. Модельные городские участки по типу растительности являются разнотравно-злаковыми лугами. Они отделены друг от

друга и от окрестностей города кварталами многоэтажной застройки либо территориями предприятий. Исследованные естественные городские луга были различных типов: лесные и типичные суходольные.

Количественные учеты жужелиц проводились ежегодно в июне–августе. При сборе и учете материала применяли метод почвенно-подстилочных проб, почвенных ловушек Барбера с фиксатором, а также ручные сборы [29, 30]. Всего за период наблюдений было учтено около 32000 экземпляров жужелиц в Томске и более 40000 – в Кемерове. При построении кластеров с помощью статистического пакета Statistica 6.0 применен метод полной связи (*complete linkage*). Построение кластеров основано на вычислении коэффициента совстречаемости (*percent disagreement*) [31, 32]. Так как этот метод построен на применении индексов различия сравниваемых фаунистических выборок, стремление коэффициента совстречаемости к нулю указывает на большую степень сходства рассматриваемых участков.

Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований на территории г. Кемерово к настоящему времени зарегистрировано 135 видов из 38 родов, что составляет 83,9% от лесостепной карабидофауны загородной зоны. По численному обилию на жужелиц приходится более половины (56,7%) от общих сборов жуков в городе и около 70% – в загородной зоне. При этом участие жужелиц в составе герпетобия растет в ряду: газоны – суходольные луга – лесные луга, достигая максимума в загородной зоне.

В Томске отмечено 106 видов жужелиц, относящихся к 33 родам, что составляет 80,8% от населения жужелиц пригородных экосистем. Жужелицы, наряду со стафилинидами, составляют основу напочвенной фауны жесткокрылых; на их долю приходится около 42% от общей численности напочвенных жуков в городе и 38% – на загородных участках. Участие жужелиц в составе герпетобия возрастает в Томске в ряду: газоны – городской парк с высокой степенью антропогенной нагрузки (Университетская роща) – Ботанический сад – Академгородок.

Формирование городского населения жужелиц Кемерова происходит за счет коренных видов, обитающих на прилегающих к городу территориях. Исключение составляют 8 видов жужелиц (*Carabus maeander*, *Bembidion mannerheimi*, *Pterostichus diligens*, *Amara familiaris*, *A. ovata*, *A. littorea*, *Harpalus quadripunctatus*, *Paradromius ruficollis*), ранее не известных в Кузнецкой котловине, из них 2 вида (*C. maeander* и *A. littorea*) впервые обнаружены в Кузнецко-Салаирской горной области. Однако все эти виды, кроме *Harpalus quadripunctatus*, известны с территории прилегающей Новосибирской области [33], а *H. quadripunctatus* отмечен в Кузнецком Алатау. Проникновения в город видов более южного происхождения не отмечено.

Исследования на территории г. Кемерово показали, что в различных биотопах население жужелиц значительно отличается по видовому составу (табл. 1). Наибольшее количество видов зафиксировано на суходольных лугах в Ленинском районе (69 видов) и в санитарно-защитной зоне Заводского

промузла (68 видов). Значительно меньше видовое богатство на газонах города (24–40 видов). Наименьшее количество видов отмечено на остепненных лугах (17), а также в пойме р. Искитимка и на берегу Томи (23 вида).

Таблица 1

Структура населения жуужелиц различных биотопов г. Кемерово

Характеристика	Газоны	Суходольные луга	Лесные луга	Все биотопы
Число видов	61	89	78	135
Доля видов основных триб, %				
Carabini	8,2	10,1	5,1	6,7
Bembidiini	4,9	3,4	9,0	10,4
Pterostichini	16,4	13,5	16,7	13,3
Platynini	4,9	9,0	12,8	10,4
Zabrini	23,0	23,6	21,8	17,8
Harpalini	21,3	16,9	12,8	18,5
Lebiini	6,6	5,6	3,9	5,2
Прочие	14,7	17,9	17,9	17,8
Плотность (экз./м ²)	15,6±1,7	23,5±2,2	29,0±2,6	–

Таксономическая структура населения жуужелиц формируется главным образом за счет тех же таксономических групп, что и в загородной зоне. Однако на урбанизированной территории снижается роль жуужелиц триб Carabini, Pterostichini, Zabrini, но возрастает – Bembidiini (главным образом за счет мезофильных видов), Platynini, Harpalini и Lebiini. Основное значение (по видовому обилию) принадлежит, как и за пределами города, родам *Harpalus*, *Amara*, *Bembidion*, *Pterostichus*, *Agonum*, *Carabus*.

Численное обилие населения жуужелиц формируют на территории города представители Pterostichini (44,5% от общего числа собранных особей), Carabini (23,1), Zabrini (10,8) и Harpalini (9,0). Наибольшей численности достигают в городе *Poecilus versicolor*, *Pterostichus melanarius*, *P. magus*, *Carabus regalis*. В загородной зоне численное обилие формируют доминанты из тех же триб, лишь у *Pterostichus melanarius* снижается численность, но этот вид заменяется другим представителем этого рода – *P. oblongopunctatus*.

Формирование фауны жуужелиц разных типов городских лугов происходило разными путями. Газоны были сформированы в процессе развития озеленения города. Это искусственные луга, созданные на территориях бывших строительных площадок, где был полностью уничтожен растительный покров и деформирован верхний слой почвы. Однако известно, что нарушенные биотопы заселяются жуужелицами уже на следующий год, но это не типичные, а преимущественно широко распространенные, высокоподвижные виды [34]. В отдельные годы на газоны подсыпали завозную из загородной зоны почву. Именно с ней, по-видимому, на газоны попали нелетающие виды жуужелиц, например из рода *Carabus*. Поэтому таксономический состав жуужелиц на газонах отличается своеобразием и невысоким видовым богатством. Все газоны города по сходству видового состава жуужелиц образуют обособлен-

ную кластерную группу (рис. 1). В процессе формирования населения жужелиц на газонах, по-видимому, большее участие принимали виды, мигрирующие с суходольных городских лугов. Кластерный анализ показывает большую близость (по значениям коэффициента совстречаемости) карабидофауны газонов к кластерной группе, образованной суходольными лугами, нежели к группе лесных лугов и загородной зоны.

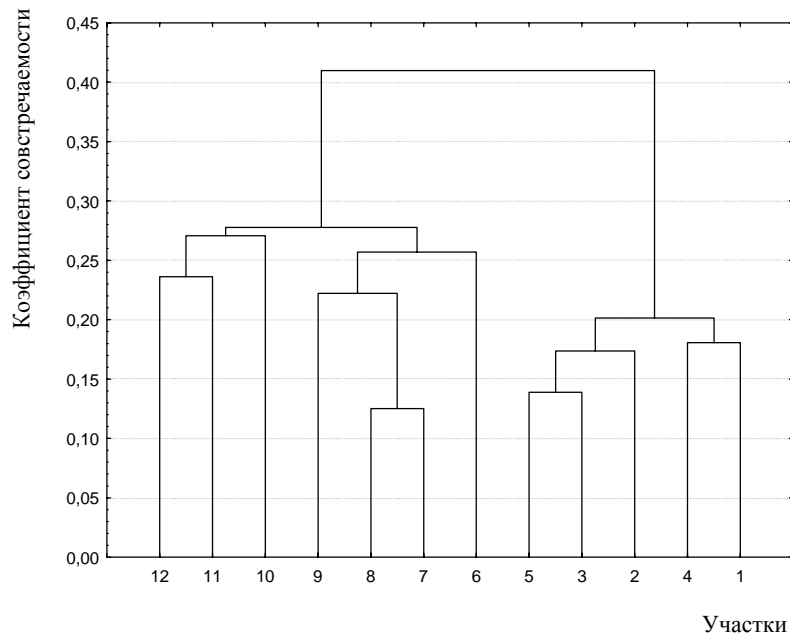


Рис. 1. Дендрограмма сходства различных биотопов г. Кемерово и загородной зоны по видовому составу жужелиц. 1 – промзона Заводского промузла; 2 – Центральный р-н: областная библиотека, 3 – Центральный р-н: филармония; 4 – Ленинский р-н; 5 – Рудничный р-н; 6–9 – суходольные луга (6 – промзона Заводского промузла; 7 – Центральный р-н: цирк; 8 – Центральный р-н: парк; 9 – Ленинский р-н); 10–11 – лесные луга (10 – сосновый бор; 11 – березовая роща); 12 – загородная зона

Суходольные и лесные городские луга имеют естественное происхождение. Основу мезофауны на них составили коренные виды, которые и ранее встречались на этой территории. Суходольные луга сформировались на территории города на участках, первоначально измененных деятельностью человека, в результате вторичных сукцессий, носящих демутационный характер. Это восстанавливающиеся растительные сообщества. Лесные луга подвергаются высокой степени рекреационного воздействия, приводящей к развитию вторичных сукцессий, частичной деградации и синантропизации растительных сообществ, что влияет и на структуру животного населения. Такие особенности формирования естественных городских лугов определили сходство видового состава доминантной группы герпетобия. Кластерный анализ показал, что суходольные луга имеют сходный видовой состав. Наименьшим

сходством (средний коэффициент совстречаемости для каждого биотопа по 0,28) обладают суходольные луга, расположенные в промзоне Заводского промузла и на окраине города в Ленинском районе. Из них первый в последние годы практически не посещается людьми, а второй и ранее не испытывал высокой степени рекреации.

Лесные городские луга по составу жуужелиц близки с загородной зоной и составляют отдельную кластерную группу.

На газонах был обнаружен 61 вид жуужелиц, что составляет около половины от карабидофауны города, при этом видовой состав жуужелиц отдельных газонов ограничен не более чем 40 видами. В формировании таксономической структуры населения жуужелиц газонов ведущее значение принадлежит, как и в целом в городе, трибам *Zabrinini*, *Harpalini* и *Pterostichini*, на которые приходится более 60% обнаруженных на газонах видов. Таким образом, видовой состав жуужелиц газонов обеднен по сравнению с суходольными (89 видов) и лесными (78) лугами (табл. 1).

Установлено, что снижение видового богатства жуужелиц газонов происходит лишь за счет ряда очень редких видов, т.к. на газонах зафиксированы все выявленные в городе доминанты, субдоминанты и редкие виды жуужелиц. При этом только на газонах найден ряд видов очень редких в городе: *Anisodactylus signatus*, *Harpalus griseus*, *H. calceatus*, *Lebia cruxminor*.

Плотность особей *Carabidae* на газонах (15,6 экз./м²) достоверно ниже по сравнению с суходольными (23,5) и лесными (29,0) лугами (различия плотности особей достоверны при $p < 0,05$).

Наиболее многочисленны на газонах (в порядке убывания): *Pterostichus melanarius*, *Poecilus versicolor*, *Amara aenea*, *Carabus regalis*, *Harpalus rufipes*, *Amara communis*, *Harpalus affinis*, *Bembidion properans*, *Calathus erratus*, *C. melanocephalus*. Все эти виды, за исключением *Bembidion properans*, имеют статус доминантов и субдоминантов.

Вид *B. properans* в целом на территории города встречается редко, но на газонах нашел оптимальные условия для своего существования. Здесь плотность его особей составляет 0,6 экз./10 лов.-сут., что соответственно в 8,1 и в 30,9 раз выше, чем на суходольных и лесных лугах соответственно. Из числа редких видов повышение плотности особей на газонах отмечено у *Notiophilus germinyi*, *Harpalus tarsalis*, *Badister bullatus*, *Syntomus truncatellus*, а снижение – у *Trechus secalis*, *Amara nitida*.

Из доминантов и субдоминантов существенно увеличивается количество особей на газонах по сравнению с другими типами лугов у *Pterostichus melanarius* (в 8,6 по сравнению с суходольными лугами и 9,9 раз – с лесными), *Amara aenea* (28,3 и 15,0 соответственно), *Harpalus rufipes* (1,8 и 3,1), *H. affinis* (8,7 и 10,8), *Calathus erratus* (41,2 и 2,0), *C. melanocephalus* (1,5 и 1,8).

У доминантов *Poecilus versicolor*, *Carabus regalis*, *Pterostichus magus*, напротив, плотность особей на газонах снижается по сравнению с другими типами лугов. При этом *P. versicolor*, *C. regalis* на газонах по сравнению с другими видами жуужелиц все также многочисленны, несмотря на снижение плотности особей *P. versicolor* в 2,7 раза по сравнению с суходольными и в

1,5 раза – с лесными лугами, а у *C. regalis* – в 2,5 и 4,7 соответственно. При этом *P. magus* имеет очень низкую плотность – 0,04–0,08 экз./10 лов.-сут. на разных газонах (в 65,2–74,2 раза ниже, чем на лугах других типов).

На суходольных лугах обнаружено 89 видов жужелиц. Основу таксономической структуры населения жужелиц суходольных лугов составляют трибы Zabrinini, Harpalini, Pterostichini; на них приходится более половины (53,9%) от обнаруженных на суходольных лугах видов. На этих биотопах зафиксированы все известные с территории города виды из триб Nebriini, Notiophilini, Carabini, Loricerini, Clivinini, Sphodrini, Zabrinini, Licinini.

На суходольных лугах отмечены все виды жужелиц, получившие статус доминантов, субдоминантов и редких видов. При этом только на этом типе лугов обнаружены некоторые очень редкие для города виды: *Cylindera gracilis*, *Sericoda quadripunctatum*, *Amara littorea*, *Curtonotus convexiusculus*, *Acupalpus meridianus*, *Dicheirotichus rufithorax*, *Lebia chlorocephala*, *Paradromius ruficollis*, *Amara famelica*, *Calosoma denticolle*, *Carabus maeander*, *C. tuberculosus*, *Harpalus nigrans*, *H. smaragdinus*, *H. ciste-loides*.

Средняя плотность особей Carabidae на суходольных лугах (23,5 экз./м²) достоверно выше по сравнению с газонами, но ниже, чем на лесных лугах. Наиболее многочисленны на суходольных лугах (в порядке убывания): *Poecilus versicolor*, *Carabus regalis*, *Pterostichus magus*, *Amara communis*, *Pterostichus oblongopunctatus*, *Synuchus vivalis*, *Poecilus fortipes*, *Harpalus rufipes*, *Pterostichus niger*, *Ophonus nitidulus*. Из редких видов высокая плотность особей отмечена у *Carabus granulatus*, *Clivina fossor*, *Trechus secalis*, *Agonum gracilipes*, *Amara bifrons*, *Curtonotus aulicus*, *Badister bullatus*.

Максимальной плотности особей на суходольных лугах по сравнению с другими биотопами достигают доминант *Poecilus versicolor* (5,9 экз./10 лов.-сут.), субдоминант *Amara communis* (1,3), а из редких видов – *Carabus granulatus*, *Clivina fossor*, *Agonum gracilipes*, *Curtonotus aulicus*. У жужелицы *Pterostichus melanarius*, самой многочисленной на газонах, плотность на суходольных лугах снижается в 8,6 раз.

Таксономическая структура населения жужелиц лесных лугов включает 78 видов, что меньше, чем на суходольных лугах, но больше чем на газонах. На лесных лугах, как и на газонах и суходольных лугах, найдены все выявленные в городе виды доминанты (4 вида), субдоминанты (13 видов) и редкие виды (16 видов). Только здесь зафиксированы *Cicindela campestris*, *Bembidion lampro*, *Tachyta nana*, *Pterostichus maurusiacus*, *Agonum alpinum*, *Curtonotus castaneus*, *Harpalus quadripunctatus* (в сосновом бору Рудничного района), *Agonum viduum* (в березовой роще Кировского района).

На лесных лугах отмечена максимальная по сравнению с другими биотопами города плотность особей жужелиц (29 экз./м²). Такое повышение плотности особей связано с существенным увеличением на этих лугах представителей трибы Carabini (10,3 экз./10 лов.-сут.), преобладающих по численному обилию над всеми другими трибами. Это единственная триба, плотность особей которой повышается в условиях городских лесных лугов.

Наиболее многочисленны на лесных лугах (в порядке убывания): *Carabus regalis*, *Poecilus versicolor*, *Carabus henningi*, *Pterostichus magus*, *Carabus*

aeruginosus, *Poecilus fortipes*, *Pterostichus oblongopunctatus*, *Synuchus vivalis*, *Pterostichus niger*, *Harpalus latus*. Все эти виды относятся к числу доминантов и субдоминантов. Максимальной плотности особей на лесных лугах по сравнению с другими биотопами достигают: из числа доминантов – *Carabus regalis* (5,8 экз./10 лов.-сут.), *Pterostichus magus* (2,5), из субдоминантов – *Carabus henningi* (2,8), *C. aeruginosus* (1,6), *Poecilus fortipes* (1,5), *Pterostichus oblongopunctatus* (1,1), *Synuchus vivalis* (0,8), *Pterostichus niger* (0,7), из редких – *Trechus secalis*, *Amara nitida* (по 0,3). Напротив самая низкая плотность особей на лесных лугах отмечена у доминанта *Pterostichus melanarius*, субдоминантов *Calathus melanocephalus*, *Amara aenea*, *Harpalus rufipes*, *H. tarsalis*, *H. affinis*, редких видов *Notiophilus germiny*, *Bembidion properans*, *Badister bullatus*.

Таким образом, структура населения жуужелиц отдельных городских биотопов значительно отличается. Наиболее богат видовой состав жуужелиц на наименее антропогенно трансформированном суходольном лугу в Ленинском районе и на восстанавливаемом суходольном лугу в санитарно-защитной зоне Заводского промузла. Очень низкое видовое разнообразие жуужелиц отмечено на газонах города. Наименьшее количество видов обнаружено на остепненных лугах, а также в пойме р. Искитимка и на берегу Томи.

Видовой состав жуужелиц газонов обеднен по сравнению с суходольными и лесными лугами. Снижение видового богатства жуужелиц газонов происходит лишь за счет ряда очень редких видов, т.к. на газонах зафиксированы все выявленные в городе доминанты, субдоминанты и редкие виды жуужелиц. Плотность особей жуужелиц на газонах (15,6 экз./м²) достоверно ниже по сравнению с суходольными и лесными лугами.

Самую богатую по видовому составу жуужелиц (65,9% от общего числа видов в городе) составляет группа суходольных лугов. Средняя плотность особей Carabidae на суходольных лугах (23,5 экз./м²) достоверно выше по сравнению с газонами, но ниже, чем на лесных лугах. Население жуужелиц городских лесных лугов включает 78 видов; здесь отмечена максимальная по сравнению с другими биотопами города плотность особей жуужелиц (29 экз./м²).

В Томске формирование населения жуужелиц также происходит преимущественно за счет видов, населяющих пригородные территории. Особенностью Томска является тесный контакт городской застройки с пригородными лесами, вследствие чего фауна жуужелиц носит в целом лесной облик. Среди доминантов на всех обследованных участках отмечаются: *Carabus regalis*, *Pterostichus melanarius*, *Harpalus rufipes*, *Poecilus cupreus*, *Bembidion quadrimaculatum*, *Amara similata*, *Amara eurynota*, причем на долю *P. melanarius* в разных биотопах приходится от 15 до 26,5%, а на долю *Poecilus cupreus* от 11,6 до 18% от всех собранных жуужелиц.

В целом видовое разнообразие жуужелиц в Томске ниже, чем в Кемерове, в основном за счет отсутствия ряда лесостепных видов. Наиболее высокое разнообразие жуужелиц отмечено на территории Академгородка, непосредственно примыкающей к сосновым и сосново-березовым парковым лесам пригородов Томска (88 видов), а также на городском участке Сибирского ботанического сада (64 вида). Значительно меньше видовое богатство раз-

нообразии в Университетской роще (49 видов) и на городских газонах (27 видов) (табл. 2).

Таблица 2
Структура населения жуужелиц различных биотопов г. Томска

Характеристика	Городские газоны	Университетская роща	Ботанический сад	Академгородок	Все биотопы
Число видов	27	49	64	88	106
Доля видов основных триб, %					
Carabini	5,4	10,5	8,2	11,2	9,6
Bembidiini	6,6	12,3	10,0	9,4	9,9
Pterostichini	33,6	23,5	19,9	18,3	24,5
Platynini	5,4	7,8	11,2	13,7	11,3
Zabrinini	15,0	13,8	13,1	17,1	15,0
Harpalini	11,7	21,7	18,8	17,1	18,2
Прочие	22,3	10,4	18,8	13,2	11,5
Плотность (экз./м ²)	17,4±2,5	27,5±1,9	34,6,0±3,2	28,9±2,2	–

Результаты наблюдений за жуужелицами в Томске показали, что их видовое разнообразие также значительно варьирует в зависимости от местоположения и размеров городских экосистем, но в целом закономерно убывает по мере деградации почв и растительности, а также с уменьшением площади исследуемых зеленых насаждений.

Заметно выделяется как по составу фауны жуужелиц, так и по степени доминирования отдельных видов территория Академгородка, где структура населения жуужков близка к таковой в пригородных сосново-березовых лесах. При достаточно высоком видовом разнообразии здесь увеличивается доля крупных хищников, характерных для лесных экосистем (*Pterostichus niger*, *Carabus granulatus*, *Carabus aeroginosus*, *Carabus regalis*).

В фауне жуужелиц Университетской рощи и Ботанического сада много общих элементов, т.к. оба зеленых массива представляют по сути единое целое, отличающееся лишь по уровню антропогенного воздействия на экосистемы. Территория рощи прорезана многочисленными пешеходными дорожками, здесь расположены различные производственные строения и подъездные пути к ним, круглогодично роща испытывает значительную нагрузку от посещения ее населением, что ведет к переуплотнению почвы, близкому к критическому.

Городской участок ботанического сада находится в более благоприятных экологических условиях: сюда ограничен доступ посетителей, количество пешеходных троп и хозяйственно эксплуатируемых объектов сведено к минимуму. Все это обеспечивает сравнительно лучшие условия для проживания обитателей почвы и напочвенных ярусов: в Ботаническом саду отмечено на 15 видов жуужелиц больше, чем в Университетской роще. Только здесь среди субдоминантов отмечены такие жуужелицы, как *Amara bifrons*, *Amara meridianus*, *Pterostichus oblongopunctatus*. Плотность населения жуужелиц в

Ботаническом саду достигает максимальных значений для всех городских экосистем (свыше 34 экз./м²).

Университетская роща, как и другие городские местообитания жуужелиц, характеризуется высоким уровнем доминирования нескольких видов. На долю *Pterostichus melanarius* в роще приходится 17,6%, а на долю *Poecilus cupreus* – 15% от общей численности отловленных жуков; остальные жуужелицы встречаются гораздо реже. Эти же закономерности в составе фауны жуужелиц характерны и для Ботанического сада, где доля вышеупомянутых доминантов составляет 18 и 11,6% соответственно.

Самая низкая плотность населения жуужелиц и их минимальное видовое разнообразие характерны для газонов центральной части города. Здесь, при плотности населения карабид, немного превышающей 17 экз./м², отмечено лишь 27 видов, в основном представителей лугового-полевого комплекса жуужелиц (при доминировании *Poecilus cupreus* и *Harpalus rufipes*, доля которых на газонах составляет соответственно 18 и 12,5% от общего числа учтенных жуужелиц).

В целом видовое разнообразие жуужелиц центральных городских озелененных территорий приблизительно в 2–3 раза ниже по сравнению с периферийными городскими зелеными массивами (Академгородок) в основном за счет отсутствия многих мезофильных и гигрофильных видов (*Carabus aeroginosus*, *Carabus henningi*, *Pterostichus maurusiacus*, *Pterostichus magus*, *Bembidion quadrimaculatum*), обычных в лесах окрестностей города.

Общая плотность населения жуужелиц в почве и в подстилке городских местообитаний сильно варьирует в зависимости от размеров обследуемой территории и уровня антропогенного воздействия. Самая низкая численность жуков отмечена на участках с повышенной плотностью почвы. В частности, на площадках около пешеходных дорожек в Университетской роще объемная масса почвы достигает критического уровня (1,7 г/см³), при котором происходит гибель растений [35]. На этих участках плотность жуужелиц не превышает 8–10 экз./м². Невысокой плотностью населения и неравномерным распределением характеризуются жуужелицы, населяющие газоны вдоль городских транспортных магистралей. Косвенным свидетельством ухудшения условия для размножения жуков является практически полное отсутствие личинок хищных жесткокрылых (как жуужелиц, так и стафилинид) на переуплотненных почвах.

В крупных городских парках, на участках не затронутых механическими нарушениями, плотность населения жуужелиц в почве и подстилке значительно выше, практически на том же уровне, что в пригородных лесах.

Литература

1. Robinson W.H. Urban entomology. London, 1996. 430 p.
2. Кузнецова Л.В., Криволицкий Д.А. Биоиндикация состояния окружающей среды Москвы и Подмосковья. М., 1982. С. 54–57.
3. Мордкович В.Г. Некоторые принципы зоодиагностики почв // Экология. 1978. № 4. С. 5–14.

4. Schubert R. Bioindication in terrestrichen Okosystems. Jena: VEB Gustav Fisher Verlag, 1985. 327 s.
5. Хотько Э.И. Общие закономерности смены состава жизненных форм стафилинид при промышленном загрязнении среды // Материалы докладов X Всесоюзного совещания «Проблемы почвенной зоологии». Новосибирск, 1991. С. 253.
6. Read H., Wheeler C., Martin M. Aspects of the ecology of Carabidae (Coleoptera) from woodlands polluted by heavy metals // Environmental Pollution. 1984. Vol. 48, № 1. P. 69–73.
7. Воробейчик Е.Л. Изменение животного населения почвы под воздействием выбросов медеплавильного комплекса // Материалы докладов X Всесоюзного совещания «Проблемы почвенной зоологии». Новосибирск, 1991. С. 225.
8. Приставка В.П. Жизненные формы насекомых как критерий при отборе видов-индикаторов для экологического мониторинга // Энтомологическое обозрение. 1984. Т. 63, № 1. С. 52–56.
9. Еремеева Н.И. Фауна жужелиц города Кемерово // Вестник Кемеровского государственного университета. 2003. Вып. 2 (14). С. 144–148.
10. Бутовский Р.О. Автотранспортное загрязнение и энтомофауна // Агрохимия. 1990. № 4. С. 139–150.
11. Емец В.М. Популяционные структуры почвенных животных как биоиндикатор антропогенного воздействия // Материалы докладов IX Всесоюзного совещания «Проблемы почвенной зоологии». Тбилиси, 1987. С. 367–368.
12. Королева Е.Г. Почвенно-зоологические особенности биогеоценозов, находящихся под воздействием автомобильных дорог // Материалы докладов VIII Всесоюзного совещания «Проблемы почвенной зоологии». Ашхабад, 1984. Кн. 1. С. 151–152.
13. Миноранский В.А., Кузина З.Р. Влияние выбросов автомобильного транспорта на насекомых // Тезисы докладов всесоюзного совещания «Формирование животного и микробного населения агроценозов». М., 1982. С. 124.
14. Дмитриенко В.К. Изменение структуры сообществ мезофауны в грунтах промышленных отвалов, используемых для лесовосстановления // Материалы докладов IX Всесоюзного совещания «Проблемы почвенной зоологии». Тбилиси, 1987. С. 86–87.
15. Мордкович В.Г., Кулагин О.В. Состав жужелиц и диагностика направления сукцессии техногенных экосистем Кузбасса // Изв. СО АН СССР. Сер. биол. наук. 1986. № 13/2. С. 86–92.
16. Верецагина Т.Н., Куперман Р.Г., Степанов А.М. Почвенные жесткокрылые (мезофауна) как возможные индикаторы промышленного загрязнения окружающей среды // Пограничные аспекты экологии. Свердловск, 1986. С. 128–140.
17. Babenko A.S. Bioaccumulation possibilities of the rove beetles (Coleoptera, Staphylinidae) in the urban environment in Siberia // Abstr. 1st Russian SETAC Symp. «Risk Assessment Environ. Contamination». St.-Petersburg, 1998. P. 48.
18. Czechowski W. Carabids (Coleoptera, Carabidae) of Warsaw and Mozowia // Memoria Zool. 1981. Vol. 34. P. 119–134.
19. Hurka K., Jedlickova Z. Fauna of Carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) of Prague // Acta Soc. zool. bohemoslov. 1990. Vol. 54, № 1. P. 9–17.
20. Klausnitzer B. Zur Insectenfauna der Stadte // Entomol. Nachr. und Ber. 1983. Bd. 27, № 2. S. 49–59.
21. Клауснитцер Г. Экология городской фауны. М.: Мир, 1990. 246 с.
22. Fründ H.C. Besiedlung und biologische Aktivität von Böden in der Stadt // Stadt Osnabrück (Hr.) Flächenbevorratung «Ökokonto», Umweltberichte 6. 2000. S. 52–61.
23. Душенков В.М., Дарьина Е.Л. Основные закономерности сложения комплексов жужелиц (Coleoptera, Carabidae) в агроценозах // Материалы докладов X Всесоюзного совещания «Проблемы почвенной зоологии». Новосибирск, 1991. С. 230.
24. Молодова Л.П. Структурные характеристики фауны жужелиц урбаноценозов Гомеля // Вестник Белорусского государственного университета. Сер. 2. 1990. С. 39–42.

25. Феоктистов В.Г. Трансформация биоценологических комплексов жуужелиц урбанизированных лесных ландшафтов // Материалы докладов X Всесоюзного совещания «Проблемы почвенной зоологии». Новосибирск, 1991. С. 250.
26. Klausnitzer B. Zum Insectcharakter stadischer Grunraume // Wiss. Z. Karl-Marx-Univ. Leipzig. Matt.-Naturwiss. R., 1986. Bd. 35, № 6. S. 593–606.
27. Зайцев В.И., Латыгин В.П., Лодза А.Ф. Охрана атмосферного воздуха // Здоровье населения и окружающая среда г. Кемерово. Кемерово: Летопись, 2003. С. 117–158.
28. Зайцев В.И., Лодза А.Ф., Соколова Л.В. Охрана почвы // Здоровье населения и окружающая среда г. Кемерово. Кемерово: Летопись, 2002. С. 145–161.
29. Шиленков В.Г. Методы изучения фауны и экологии жесткокрылых на примере жуужелиц (Coleoptera, Carabidae). Иркутск: ИГУ, 1982. 32 с.
30. Гиляров М.С. Учет крупных беспозвоночных (мезофауна) // Количественные методы в почвенной зоологии. М.: Наука, 1987. С. 9–26.
31. Боровиков В.П. Популярное введение в программу Statistica. М.: КомпьютерПресс, 1998. 267 с.
32. Елисеева И.И., Юзбашев М.М. Общая теория статистики. М.: Финансы и статистика, 1995. 368 с.
33. Дудко Р.Ю., Любечанский И.И. Фауна и зоогеографическая характеристика жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) Новосибирской области // Евразийский энтомологический журнал. 2002. Т. 1, вып. 1. С. 30–45.
34. Любечанский И.И. Население жуков-жуужелиц западно-сибирской северной тайги и его изменение в процессе зарастания песчаных карьеров // Сибирский экологический журнал. 2002. № 6. С. 711–719.
35. Цыцарева Л.К., Гузынин Т.В. Влияние антропогенных факторов на почвенный покров Университетской роши // Материалы научно-практической конференции «Университетская роша как часть ландшафтной структуры города». Томск, 1990. С. 7–8.