

Ю.Е. Михайлов
Yu.E. Mikhailov

Уральский государственный лесотехнический университет
Ural State Forest Engineering University

**БИОРАЗНООБРАЗИЕ ЖУЖЕЛИЦ В ГОРОДСКИХ ЛЕСАХ
ЕКАТЕРИНБУРГА: ПОКАЗАТЕЛИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА
BIODIVERSITY OF GROUND BEETLES IN URBAN FORESTS
OF YEKATERINBURG: INDICATORS FOR MONITORING**

Аннотация. Обсуждается опыт использования жуков-жужелиц для мониторинга состояния городских лесов и в практической подготовке студентов-экологов. Для двух смежных местообитаний показаны различия в структуре доминирования и индексах видового разнообразия жужелиц.

Ключевые слова: жуки-жужелицы, индексы видового разнообразия, городские леса

Abstract. The experience of using ground beetles for monitoring of urban forests and practical education of students-ecologists is discussed. For two adjacent biotopes difference is demonstrated in dominance structure and measures of species diversity of ground beetles.

Key words: ground beetles, measures of species diversity, urban forests

Изучению беспозвоночных животных, в первую очередь, насекомых в урбоценозах уделяется все больше внимания. Это объясняется широкими возможностями использования их в качестве биоиндикаторов и привлечения обучающихся, от школьников до студентов и аспирантов, к таким исследованиям. Насекомые присутствуют практически везде, методы их сборов доступны, а их численность и видовое разнообразие значительно превосходят позвоночных животных. Насекомые-герпетобионты, обитатели верхнего слоя почвы и подстилки, в наибольшей мере испытывают прямое и косвенное воздействие рекреационных нагрузок и различных типов загрязнений, реагируя изменением видового состава, структуры сообществ, численности и демографической структуры отдельных видов. Наиболее изученными с точки зрения использования для биомониторинга

можно считать такие виды как *Pterostichus oblongopunctatus* и *Pt. melanarius*. Эти виды изучались в Европейской части России, однако довольно обычны и на Урале.

Изучение видового состава жесткокрылых насекомых разных районов города Екатеринбурга показало, что наиболее активными обитателями напочвенного яруса и доминирующей группой являются жужелицы (Carabidae), далее по численности идут стафилиниды (Staphylinidae). У изученных насекомых было выделено три типа группировок (лесные, луговые и болотные) и сделан вывод, что в результате антропогенного воздействия лесные виды вытесняются луговыми [Зиновьев Е.В., 1996]. В целом, население жужелиц Екатеринбурга отличается высоким видовым разнообразием, особенно на окраинах города и в лесопарках. Там разнообразие наибольшее, встречаются даже редкие виды, а по мере приближения к центру города доминирующими становятся луговые и полевые виды [Козырев А.В., 1991].

Структура населения жужелиц лесных экосистем под воздействием токсической нагрузки от выбросов медеплавильного завода была исследована в городе Ревда (40 км западнее Екатеринбурга) [Ермаков А.И., 2004]. Почвенные ловушки там устанавливались на различном удалении от источника загрязнения: в техногенной пустыне, импактной, буферной и фоновой зонах. Динамическая плотность жужелиц в градиенте загрязнения уменьшалась в два-три раза. На всех исследованных в Ревде территориях центральное место занимают один-два доминирующих и два-три фоновых вида жужелиц, остальные представляют собой редкие виды. На фоновой территории основу составляют стенотопные виды (*Pterostichus melanarius*, *Eraphius secalis*), в условиях загрязнения эвритопные (*Pterostichus oblongopunctatus*, *Poecilus versicolor*, *Bembidion lampros*). Но при крайней деградации территории появляются доминирующие стенотопные виды [Ермаков А.И., 2004]. Таким образом, при изучении жужелиц различных биотопов с целью оценки и многолетнего мониторинга их состояния наиболее информативными оказываются не просто видовые списки и распределение видов по экологическим группировкам, а меры доминирования и индексы биоразнообразия.

Основным методом отлова жужелиц является установка почвенных ловушек, в качестве которых используются одноразовые пластиковые стаканчики. На дно каждого стаканчика наливается фиксатор, обычно уксусная кислота (3–5 %). В одном биотопе обычно устанавливается линия из 10 ловушек на расстоянии около 1 м друг от друга. Для установки ловушек была выбрана новая территория Уральского сада лечебных культур им. Л.И. Вигорова, которая непосредственно прилегает к Лесопарку имени Лесоводов России. На этой территории есть как лесные участки, так и луговые. Линия из 10 ловушек на луговом участке была установлена в конце июня 2021 г., вторая линия, под пологом леса – в начале июля 2021 г. (обе по 30 ловушко-суток). Параллельный сбор жужелиц на разнородных участках позволяет увидеть различия в биотопической приуроченности различных видов, смену видового состава и структуры населения (Табл. 1, 2).

Табл. 1

Видовой состав, меры доминирования и индекс Шеннона группировки жужелиц под пологом леса

Вид	N	%	Класс доминирования по Энгельманну	p_i	$p_i * \ln p_i$
<i>Amara brunnea</i>	50	33,1	эудоминант	0,33	0,37
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	40	26,5	доминант	0,26	0,35
<i>Pterostichus magus</i>	16	10,6	доминант	0,11	0,24
<i>Curtonotus gebleri</i>	7	4,6	субдоминант	0,05	0,14
<i>Carabus nemoralis</i>	6	4,0	субдоминант	0,04	0,13
<i>Pterostichus mannerheimii</i>	5	3,3	субдоминант	0,03	0,11
<i>Pterostichus nigrita</i>	5	3,3	субдоминант	0,03	0,11
<i>Pterostichus melanaris</i>	5	3,3	субдоминант	0,03	0,11
<i>Harpalus latus</i>	5	3,3	субдоминант	0,03	0,11
<i>Carabus granulatus</i>	3	2,0	рецидент	0,02	0,08
<i>Pterostichus niger</i>	3	2,0	рецидент	0,02	0,08
<i>Harpalus rufipes</i>	2	1,3	рецидент	0,01	0,06
<i>Calatus melanocephalus</i>	2	1,3	рецидент	0,01	0,06
<i>Calatus micropterus</i>	2	1,3	рецидент	0,01	0,06
N общ	151		Индекс Шеннона		2,01
S (число видов)	14		Выравненность		0,76

При снятии ловушек фиксатор вместе с собранными насекомыми сливают в заранее подготовленные емкости или крупных жуков достают пинцетом и складывают в морилку. Установку почвенных ловушек студенты-экологи производят во время учебной практики, так они знакомятся с одним из распространенных методов сбора насекомых. После снятия ловушек собранные жуки раскладываются на ватные матрасики. Следующий этап – определение собранного материала. Наиболее обычные виды жукелиц относительно легко распознать по справочнику-определителю «Жуки Среднего Урала» [Горбунов П.Ю., Ольшванг В.Н., 2009] и по справочным коллекциям. Эта работа проводится на практических занятиях по дисциплине «Биоразнообразии». В результате студенты заполняют таблицы (Табл. 1, 2) в программе Microsoft Excel, в которые вносят определенные виды, расставляя их по степени доминирования. Далее с помощью этой таблицы каждый рассчитывает индексы видового разнообразия, такие как индекс Шеннона (Шеннона-Уивера), выравненность на основе этого индекса, а также индексы Маргалефа, Менхиника и Бергера-Паркера.

Табл. 2

Видовой состав, меры доминирования и индекс Шеннона группировки жукелиц на лугу

Вид	N	%	Класс доминирования по Энгельманну	p_i	$p_i \cdot \ln p_i$
<i>Carabus cancellatus</i>	21	26,9	доминант	0,27	0,35
<i>Pterostichus melanarius</i>	11	14,1	доминант	0,14	0,28
<i>Carabus nemoralis</i>	10	12,8	доминант	0,13	0,26
<i>Harpalus latus</i>	6	7,7	субдоминант	0,08	0,20
<i>Carabus granulatus</i>	5	6,4	субдоминант	0,06	0,18
<i>Pterostichus mannerheimii</i>	5	6,4	субдоминант	0,06	0,18
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	5	6,4	субдоминант	0,06	0,18
<i>Curtonotus gebleri</i>	5	6,4	субдоминант	0,06	0,18
<i>Carabus convexus</i>	3	3,8	субдоминант	0,04	0,13
<i>Harpalus rufipes</i>	3	3,8	субдоминант	0,04	0,13
<i>Poecilus versicolor</i>	2	2,6	рецедент	0,03	0,09
<i>Harpalus tardus</i>	1	1,3	рецедент	0,01	0,06
<i>Curtonotus aulicus</i>	1	1,3	рецедент	0,01	0,06
N общ	78		Индекс Шеннона		2,25
S (число видов)	13		Выравненность		0,88

Как видно из таблиц 1 и 2, в двух группировках жужелиц из смежных, но различных по условиям местообитаний, видовой состав сходный, но структура доминирования разная. Все индексы показали небольшие, но однонаправленные различия. Так, под пологом леса индекс Шеннона составил значение 2,01 при выровненности 0,76, индекс Маргалефа – 2,59, индекс Менхиника – 1,14 и индекс Бергера-Паркера (доля самого обильного вида) – 0,33. На лугу индекс Шеннона – 2,25 при выровненности 0,88, индекс Маргалефа – 2,75, индекс Менхиника – 1,47 и индекс Бергера-Паркера – 0,27.

Эти значения можно рассматривать как контрольные при исследовании, например, влияния рекреации на группировки жесткокрылых в Лесопарке имени Лесоводов России. На территории Уральского сада лечебных культур доступ посетителей ограничен, а в лесопарке существуют участки с различной степенью рекреационной дигрессии. Как и в других лесопарках города, которые представляют фрагменты ранее единого лесного массива.

Выявленные группировки жужелиц имеют достаточно сбалансированную структуру доминирования с тремя доминантами и 6–7 субдоминантами. Установка ловушек в одних и тех же биотопах в фиксированные сроки позволяет выявить стабильные и изменчивые элементы сообществ, а также осуществлять многолетний мониторинг влияния климатических и иных изменений.

Список использованных источников

1. Горбунов П.Ю., Ольшванг В.Н. Жуки Среднего Урала: Справочник-определитель. Екатеринбург, 2009.
2. Ермаков А.И. Изменение структуры населения жужелиц лесных экосистем под действием токсической нагрузки // Экология. 2004. №6.
3. Зиновьев Е.В. Герпетобионтные жесткокрылые лесопарковой зоны г. Екатеринбурга // Экологические исследования на Урале. Кустанай, 1996.
4. Козырев А.В. Видовой состав и распределение жужелиц антропогенных ландшафтов г. Свердловска // Экологические группировки жужелиц (Coleoptera, Carabidae) в естественных и антропогенных ландшафтах Урала. Свердловск, 1991.