

СООБЩЕСТВА МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ГРАДИЕНТЕ ИЗМЕНЕНИЙ ЛЕСНОГО ФИТОЦЕНОЗА ПОД ВЛИЯНИЕМ УРБАНИЗАЦИИ

© 2009 Н.Ф. Черноусова¹, О.В. Толкач², О.В. Толкачев¹

¹ Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

² Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург

На основе кластерного анализа фитоценологических и почвенных характеристик всех изученных местообитаний, отчетливо выделились группы кластеров леса, лесопарков и внутригородского (паркового) локалитета. Хотя сообщества мелких млекопитающих контрольного и урбанизированных локалитетов отчетливо выделились в отдельные группы: нет полного совпадения этого разделения с фитоценологической дендрограммой.

Ключевые слова: млекопитающие, лесной фитоценоз, кластерный анализ

Воздействие города на природные сообщества изменяет скорость и направление их эволюции, что является адаптацией к урбаногенным нарушениям естественной среды. Лесопарки г. Екатеринбурга – это производная окружающих сосновых лесов, подверженных как аэротехногенному и флористическому загрязнению, так и значительному рекреационному воздействию, поэтому они могут быть прекрасным модельным объектом для выявления специфики трансформации сообществ мелких млекопитающих в зависимости от изменения лесорастительных условий под влиянием воздействия городской среды.

Задачей нашего исследования было выяснить, как трансформируются сообщества грызунов и насекомоядных в лесопарковой зоне г. Екатеринбурга в градиенте антропогенного воздействия на лесорастительные условия.

Исследования проводили в двух лесопарках г. Екатеринбурга, расположенных в северо-восточной (Калиновский лесопарк) и северо-западной (Шувакишский лесопарк) частях города, а так же на закрытой

территории Дендрария Ботанического сада УрО РАН, испытывающей только техногенное воздействие. В качестве контрольного участка выбрано естественное лесное насаждение в 50 км на юго-восток от г. Екатеринбурга. В лесопарках было заложено по три участка в градиенте рекреации. В Дендрарии так же обследовано три участка в разных частях лесного массива. В контрольном, естественном лесном насаждении, заложены четыре участка в отличающихся лесорастительных условиях.

Анализ структуры видового состава мелких млекопитающих на этих же участках проводили по материалам, собранным в 2000-2007 гг. Положение ловчих линий оставалось неизменным на протяжении всех лет исследования. Для каждой линии были рассчитаны индексы разнообразия сообществ мелких млекопитающих, которые в дальнейшем использовались в кластерном анализе. Полноту и состав древостоев определяли способом закладки круговых площадок (5-кратная повторность в районе каждой линии); типы леса – по классификации Б.П. Колесникова [4]. Учет подростка и подлеска производился для каждого участка на 25 учетных площадках размером 2x2 м. Травяно-кустарничковый покров описывали на 25 площадках размером 1x1 м; фиксировались высота яруса, проективное покрытие каждого вида, наличие и проективное покрытие мохового покрова. На этих же площадках измеряли суммарную мощность опада и лесной под-

Черноусова Нина Федоровна, кандидат биологических наук, доцент

Толкач Ольга Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Толкачев Олег Владимирович, кандидат биологических наук, научный сотрудник

стилки. Глазомерно определяли процент тропинойной сети на участке линии. Рассчитана встречаемость каждого вида подраста, кустарников и травяно-кустарничкового покрова.

Исследованы эдафотопы всех локалитетов. Отбор почвенных образцов производился из верхней части гумусового горизонта почвы в 10-кратной повторности. Для всех участков отлова определены объемный вес по методу Н.А. Качинского [3] и актуальная кислотность почвы (водная и солевая).

Фитоценотические и эдафические характеристики участков исследования.

Для Калиновского и Шувакишского лесопарков подробное геоботаническое и лесотаксационное описание было сделано ранее [5, 6]. Мы установили, что в лесопарках процессы урбанизации оказали влияние на нижние ярусы фитоценоза. Наряду с низкой возобновительной способностью основных лесообразующих пород, в составе подроста появляются синантропные виды. Они не влияют на лесообразовательные процессы, но являются признаками трансформации нижних ярусов фитоценоза. Видовой состав кустарников обогащается за счет синантропных видов. Хотя доминируют типичные для леса кустарники, их активное разрастание прямо или косвенно спровоцировано близостью урбанизированной среды. Развитие подростка влияет на условия произрастания травяно-кустарничковых видов и развитие мохового покрова, что создает режим благоприятствования для одних групп растительности и подавляет другие. Между обоими лесопарками выявлено высокое сходство по флористическому составу, (коэффициент Сьюренсена 0,7), но они иногда сильно различаются по составу доминирующих видов. Количество проникших под полог луговых и сорных видов травяно-кустарничковой растительности колеблется от 7 до 26%. Количественные и качественные изменения фитоценоза оказывают влияние на мощность лесной подстилки, которая на участках отлова при $p < 0,05$ достоверно различается как по линиям в каждом лесопарке, так и между участками разных лесопарков. Площадь тропинойной сети в лесопарках составляет от 3 до 15%, что соответствует I - II стадиям деградации фитоценоза.

В Дендрарии участки расположены в насаждениях разнотравной группы типов леса – 10С ед.БОс (С – сосна, Б – береза, Ос – осина), класс возраста VIII. На участке имеется подрост лесных и синантропных видов. Подлесок густой с высокой встречаемостью преобладающих видов (40-60%). Второй участок представляет собой чистый сосняк (10С ед. Б), VII класса возраста. В подросте преобладают синантропные виды. Среди них в количественном плане максимум у кленов остролистного и ясенелистного, они же имеют наибольшую встречаемость (42-52%). Подлесок густой, в его состав входят 6 кустарниковых видов, из них 3 синантропных. Лесотаксационные характеристики древостоя на третьем участке тождественны предыдущему описанию. Подлесок наиболее богат по видовому составу, но из 10 видов 4 синантропных. Наиболее высокая представленность по численности и распространенности по участку у лесных видов. Таким образом, насаждения Дендрария по лесотаксационным характеристикам не являются угнетенными, но, несмотря на это, характеризуются низкой лесовозобновительной способностью. В составе подроста и подростка значительную долю имеют синантропные виды появившиеся, очевидно, зоохорным путем.

В естественном лесном насаждении участки неоднородны по лесорастительным условиям. Первый и второй относятся к сосняку-ельнику высокотравному. Они занимают днище ложбины с постоянным водотоком (ручей) с аккумулятивными дерново-глеевыми суглинистыми почвами. Таксационная характеристика древостоя: состав – 9С1Б, класс возраста у сосны IV. На первом участке преобладает подрост лиственных пород, в основном ольха черная, которая располагается редкими био-группами, на что указывает низкая (12%) встречаемость этой породы. Наиболее равномерно на площади произрастает одиночный подрост сосны (встречаемость 24%). В подросте присутствует 7 кустарниковых видов. В целом густота подростка средняя, преобладающая высота до 1 м. Фитоценотические условия на втором участке контроля препятствуют естественному возобновлению основных лесообразующих пород, и подрост здесь практически отсутствует. Подлесок на данном участке редкий, отличается ненасыщенностью видов. Третий и четвертый участки, относятся к ягодниковой группе типов леса.

Они приурочены к пологим склонам с щебнистыми горно-лесными дерново-подзолистыми суглинистыми почвами и к придолинным склонам с неглубокими дерново-подзолистыми суглинистыми почвами с щебнем горных пород. По режиму увлажнения эти почвы устойчиво свежие. Третий участок представляет собой чистый сосняк (10С), VII класса возраста Участок характеризуется хорошими лесовозобновительными условиями. Подлесок густой. Он представлен 6 видами. Таксационная характеристика древостоя четвертого участка: 10С ед.Б, класс возраста VII. Подрост сосны обильный – 16400 экз./га. В подлеске 6 видов, наиболее часто встречаются ракитник и шиповник. Таким образом, контроль представлен участками двух типов лесорастительных условий, которые оказали влияние на лесовозобновительные характеристики насаждений и на особенности формирования и распространения подлеска. В отличие от лесопарков (Калиновский, Шувакишский), исследованных в 2007 г. [6], в контроле в составе подроста и подлеска отсутствуют синантропные виды.

Почвы лесопарков, естественного лесного насаждения и Дендрария не испытывали агрессивного рекреационного воздействия и суммарная мощность почвенного гумусового горизонта, лесной подстилки и опада является их естественной морфологической характеристикой. В то же время данный показатель в какой-то мере определяет условия обитания мелких млекопитающих. Наибольшей мощностью суммарного рыхлого слоя обладают почвы контроля (за исключением первого участка). Из результатов анализа объемного веса почвы следует, что гумусовые горизонты лесной ненарушенной почвы отличаются рыхлым сложением и богаты органическим веществом. Почвы Контроля и Дендрария характеризуются кислой или слабокислой реакцией. Почвы лесопарков имеют в основном слабокислую или нейтральную реакцию.

Таким образом, отличительной особенностью почв лесопарков по сравнению с почвами естественного лесного насаждения и Дендрария является пониженная кислотность. Для объемного веса явных закономерностей не прослеживается, так как образцы отбирались вне тропинойной сети, и величина полученных данных зависела от механического состава почвы и количества в ней органического вещества.

Изученные локалитеты мы сравнили, используя кластерный анализ (рис. 1). Были взяты следующие признаки: количество подроста древесных пород (сосна выделена отдельно), его встречаемость, число видов лиственных пород в подросте, встречаемость кустарниковых видов (малина, как наиболее распространенный вид, выделена отдельно), проективное покрытие травянисто-кустарничковой растительностью, мхами, злаками, толщина лесной подстилки, объемный вес и кислотность почвы, % тропинойной сети. Все показатели при расчетах были нормированы, т.е. приведены к относительным величинам.

Хотя характеристика режима увлажнения почвы непосредственно не была использована при кластерном анализе, она косвенно проявилась в характеристиках описанных сообществ, и парное объединение в кластеры участков внутри локалитетов совпало с различиями по этому признаку (F1-F2, F3-F4, D1-D3 и т.д.). Следующий уровень дифференциации – это лесопарковая часть зеленых зон, испытывающая рекреационную нагрузку (K, SH), и участки леса без нее (D, F). Причем, участки в Дендрарии D1 и D2, находясь под влиянием городской среды, расположены ближе к лесопарковым локалитетам, чем естественное лесное насаждение. Исключением является лишь линия D2, которая, несмотря на свою обособленность, все-таки наиболее близка к естественному лесному насаждению, но отличается от него по режиму увлажнения. Таким образом, по лесорастительным и почвенным условиям исследованные нами локалитеты отчетливо дифференцируются на лесные, лесопарковые и парковые – внутригородские (Дендрарий).

Как было показано нами ранее, сообщества мелких млекопитающих Калиновского и Шувакишского лесопарков имеют сходную динамику численности, а сообщества контроля и дендрария отличаются от них и между собой по динамике [1, 7]. В данной работе мы использовали индексы разнообразия Шеннона ($H = - \sum p_i \cdot \ln p_i$) и Симпсона ($D = 1/\sum p_i^2$), которые оказались высоко коррелированными (табл. 1). Затем, используя данные по видовому и численному составу, сообщества млекопитающих каждой исследуемых линий, сравнили с помощью кластерного анализа (рис. 2).

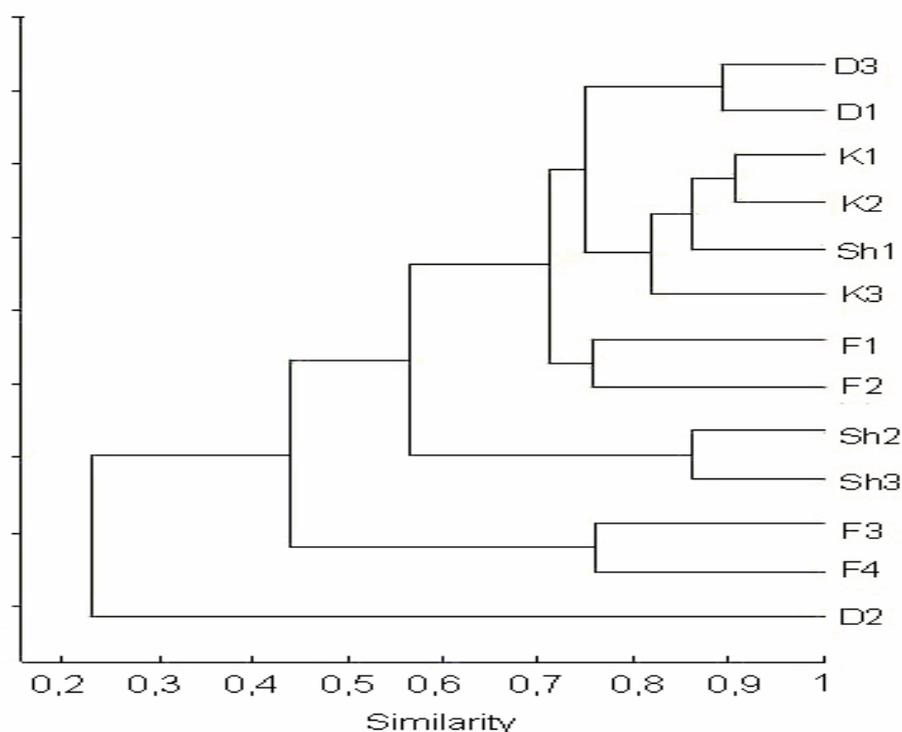


Рис.1. Дендрограмма группировки обследованных участков по лесорастительным условиям. Условные обозначения здесь и далее: D – Дендрарий, F – естественное лесное насаждение, K – Калиновский лесопарк, Sh – Шувакишский лесопарк; цифры около букв – номера линий.

Таблица 1. Показатели разнообразия сообществ мелких млекопитающих в разных локалитетах

Линия \ Показатель	K1	K2	K3	Sh1	Sh2	Sh3	D1	D2	D3	F1	F2	F3	F4
Количество видов	8	11	7	7	5	8	5	4	5	11	10	11	11
Число особей	93	131	83	65	116	75	164	138	226	165	122	158	126
Shannon H	1,68	1,64	1,36	1,43	1,24	1,58	1,10	0,85	1,13	1,84	1,58	1,57	2,04
Simpson D	0,79	0,76	0,69	0,70	0,69	0,72	0,60	0,44	0,61	0,79	0,71	0,70	0,85

Из 13 видов мелких млекопитающих (грызуны: *Clethrionomys glareolus* Schreber), красная полевка (*C.rutilus* Pallas), красно-серая полевка (*C.rufocanus* Sundevall), обыкновенная полевка (*Microtus arvalis* Pallas), полевка-экономка (*M.oeconomus* Pallas), пашенная полевка (*M.agrestis* Linnaeus), полевая мышь (*Apodemus agrarius* Pallas), малая лесная мышь (*A.uralensis* Pallas), лесная мышовка (*Sicista betulina* Pallas), мышь-малютка (*Micromys minutus* Pallas), и насекомоядные: обыкновенная (*Sorex araneus* Linnaeus), средняя (*S.caecutiens* Laxmann) и малая

(*S.minutus* Linnaeus) бурозубки), отловленных нами в разных локалитетах, в лесопарках обнаружено от 5 до 11 видов, а в Дендрарии 4-5 (табл. 1). Лесная и полевая мыши, отсутствующие в контроле, часто формируют основу сообществ урбанизированных территорий. Как видно из табл. 1, наименьшее разнообразие на всех линиях наблюдалось в Дендрарии, что является не только следствием меньшего числа видов мелких млекопитающих в Дендрарии, но и супердоминированием видов рода *Apodemus*.

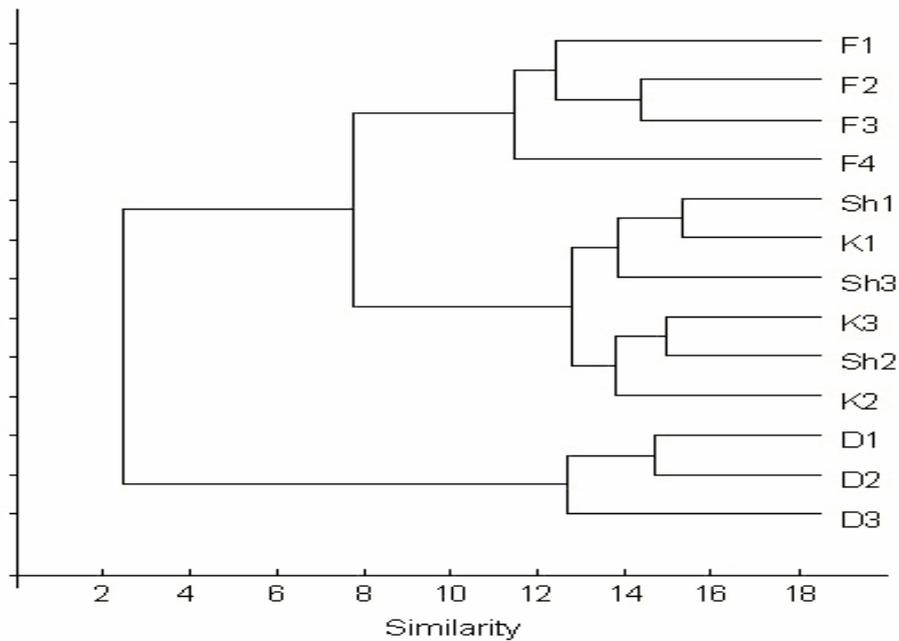


Рис. 2. Дендрограмма группировки обследованных участков на основе характеристик сообществ мелких млекопитающих

Кластерный анализ структуры и численности млекопитающих разделил сообщества всех линий на три большие группы кластеров: дендрарий, лесопарки и линии естественного лесного насаждения. Однако внутри этих групп не обнаружено прямой связи с группировкой по растительным условиям. Следовательно, хотя разнообразие сообществ мелких млекопитающих и связано со спецификой растительных сообществ, но полной корреляции между ними не существует. По мнению Уиттекера [9] видовое разнообразие в сообществах, подвергающихся стрессовым воздействиям, уменьшается, однако в нашем случае для Калиновского лесопарка мы наблюдали противоположную картину. Наиболее приближенные к застройке линии имели более высокие индексы. Для Шувакишского определенной закономерности выявлено не было. Повышение разнообразия сообществ в прилегающих к городу линиях, видимо, является результатом их экотонного характера. Проникновение в окрестности города гемисинантропов привело к увеличению числа обитающих в них видов животных. В Дендрарии, с отсутствующей рекреационной нагрузкой, разнообразие сообществ – минимальное. Это, очевидно, связано с его относительно небольшой площадью и почти полным отсутствием возможности пополнения

лесных видов из прилегающих лесов (он отделен от лесопарковой зоны широкой высокоскоростной трассой с интенсивным движением). Таким образом, как по лесорастительным условиям, так и по структуре и разнообразию сообществ мелких млекопитающих кластерный анализ отразил разделение естественного и урбанизированных местообитаний.

Выводы: отличительной особенностью лесорастительных условий лесопарков является снижение возобновительной способности насаждений, увеличение густоты подлеска и обогащение его видового состава. Одновременно разрушается подстилка и уплотняется почва. На разнообразие сообществ животных в окрестностях города действуют разнонаправленные факторы: с одной стороны, происходит уменьшение видового разнообразия из-за стресса, с другой, его увеличение из-за вселения нетипичных для таежных лесов видов. В сумме два эти процесса дают спектр вариантов разнообразия сообществ, определяемых как результирующая составляющая обоих факторов, поэтому, хотя сообщества мелких млекопитающих контроля и урбанизированных локалитетов отчетливо выделились в отдельные группы: нет полного совпадения этого разделения с фитоценотической дендрограммой. Работа выполнена при поддержке РФФИ _Урал проект № 07-04-96118

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Большаков, В.Н.* Млекопитающие г. Екатеринбурга / *В.Н. Большаков, Н.Ф. Черноусова, О.В. Толкачев* // Екатеринбург, 2006. – С. 39-82.
2. *Иванов, В.С.* Лесопарковое хозяйство. Л.: Стройиздат, 1984. – 160 с.
3. *Качинский, Н.А.* Физика почвы. Ч1. М.: Агрометеоиздат, 1965. – 322 с.
4. *Колесников, Б.П.* Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Практическое руководство. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. – 176 с.
5. *Толкач, О.В.* Лесопарки как составляющая городских экосистем / *О.В. Толкач, Н.Ф. Черноусова, О.Е. Добротворская* // Урбо-экосистемы: Проблемы и перспективы развития. Ишим, 2008. – С. 151-152.
6. *Черноусова, Н.Ф.* Анализ изменений сообществ мелких млекопитающих в зависимости от трансформации лесорастительных условий лесопарков / *Н.Ф. Черноусова, О.В. Толкач* // Аграрный вестник Урала. – 2008, № 9. – С. 72-75.
7. *Черноусова, Н.Ф.* Динамика сообществ мелких млекопитающих урбанизированных территорий / *Н.Ф. Черноусова, О.В. Толкач* // Синантропизация растений и животных. Иркутск, 2007. – С. 163-166.
8. *Черноусова, Н.Ф.* Воздействие урбанизации на население землероек лесных экосистем / *Н.Ф. Черноусова, О.В. Толкачев, О.В. Толкач* // Экология в меняющемся мире. Материалы Всерос. конф. молодых ученых. Екатеринбург, 2006. – С. 265-275.
9. *Wittaker, R.H.* Dominance and diversity in land plant communities // *Science*. – 1969. – V. 147. – P. 250-260.

SMALL MAMMAL COMMUNITIES IN GRADIENT CHANGES OF FOREST PHYTOCENOSIS UNDER INFLUENCE OF THE URBANIZATION

© 2009 N.F. Chernousova¹, O.V. Tolkach², O.V. Tolkachev¹

¹Institute of Plant and Animal Ecology UB RAS, Ekaterinburg

²Botanical Garden UB RAS, Ekaterinburg

On the basis of cluster analysis of phytocenotic and soil characteristics of all studied habitats, cluster groups of forest, forest parks and intercity (park) locality were distinctly allocated. Though communities of small mammals of the control and urbanized localities were distinctly allocated in separate groups: there is no full concurrence of this division with phytocenotic dendrogramm.

Keywords: mammals, forest phytocenosis, cluster analysis

Nina Chernousova, Candidate of Biology, Associate Professor

Olga Tolkach, Candidate of Agriculture, Senior Research Fellow

Oleg Tolkachev, Candidate of Biology, Research Fellow