

дерново-подзолистых почвах (7–15 мг/100 г), что соответствует сильно окультуренным дерново-подзолистым почвам (Пестряков, 1977) и большинству урбано-земов.

Характерной чертой почв ботанических садов является высокая емкость катионного обмена (ЕКО), особенно в гумусовых горизонтах реплантоземов – до 42 мг·экв/100г, а также высокая степень насыщенности основаниями – от 60 до 99%. Такие значения близки к показателям сильноокультуренных дерново-подзолистых почв (агроземов).

Таким образом, антропогенные почвы городских ботанических садов по основным агрохимическим показателям близки между собой и характеризуются повышенным (и сбалансированным) содержанием основных элементов питания.

Тяжелые металлы (ТМ) в почвах ботанических садов

Можно отметить две общие закономерности распределения ТМ в почвах ботанических садов. Тенденция снижения содержания ТМ в почвах с удалением от центра города и источника загрязнения, а также уменьшение содержания ТМ с увеличением глубины отбора образца, что особенно отчетливо проявляется за пределами гумусового горизонта (рис. 2). Проведенные исследования обнаружили превышение ориентировочно допустимой концентрации (ОДК) в 2–3 раза по свинцу (до 353 мг/кг при ОДК 130 мг/кг) и в 1,5 раза по меди (до 185 мг/кг при ОДК 132 мг/кг)

только в почвах филиала БС МГУ и только в верхних горизонтах, что свидетельствует о современном аэральном загрязнении. В других обследованных ботанических садах Москвы и в Санкт-Петербурге уровень загрязнения поверхностных горизонтов ниже ОДК, что может быть связано с менее интенсивной транспортной нагрузкой вокруг территорий ботанических садов и с эффективной работой лесозащитных полос. Так, в Ботаническом саду МГУ регулярно проводится анализ содержания ТМ в почвах плодового сада и в собранных плодах. Превышений ОДК не выявлено, несмотря на близкое расположение магистрали с интенсивным движением – Мичуринского проспекта. Вероятно, это связано именно с плотной многорядной лесозащитной полосой, высаженной по периметру БС МГУ.

В БИН РАН максимальное содержание свинца во всех разрезах приходилось на погребенные гумусовые горизонты (до 90 мг/кг), в то время как в поверхностных гумусовых горизонтах содержание свинца составляло 13–20 мг/кг. Такое загрязнение средней части профиля, скорее всего, связано с деятельностью типографии, которая в XIX в. располагалась в непосредственной близости от сада.

Таким образом, максимальное загрязнение (до трех значений ПДК) характерно для гумусированных горизонтов почв садов, расположенных вблизи источников загрязнения. Благодаря высокому содержанию органического вещества и нейтральной реакции среды они иммобилизуют ТМ, защищая от загрязнений нижние,

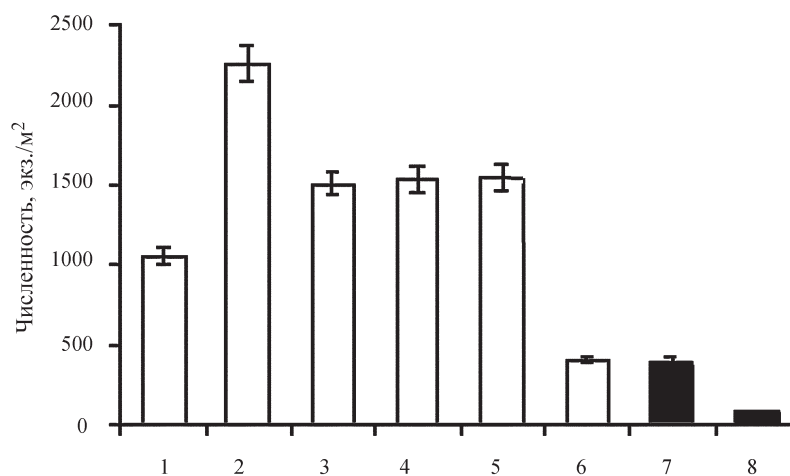


Рис. 3. Численность почвенной мезофауны в ботанических садах: 1 – агрорекреазем (филиал БС МГУ); 2 – агрорекреазем (БС МГУ); 3 – рекреазем (БИН РАН); 4 – культурозем (филиал БС МГУ); 5 – реплантозем (БС МГУ); 6 – урбодерново-подзолистая; 7 – контроль; 8 – урбанозем

погребенные гумусовые горизонты, где могут сохраняться виды микроорганизмов, чувствительных к содержанию тяжелых металлов.

Мезофауна почв ботанических садов

Для исследованных почв ботанических садов характерна высокая численность почвенной мезофауны. Общее обилие беспозвоночных варьировало от 399 ± 59 до 2250 ± 145 экз./м², что в 4–6 раз превышает показатели для зональных дерново-подзолистых почв и в десять раз – для урбаноземов Москвы (Горячкина и др., 2003). Численность беспозвоночных пропорциональна окультуренности почв – максимальна в агрокреаземах и культуроземах всех садов, а минимальна в урбодерново-подзолистой почве ГБС РАН (рис. 3). На исследуемых территориях во всех почвах, так же как и в природных дерново-подзолистых, общая численность животных убывает с глубиной. Однако глубина массового проникновения беспозвоночных животных вниз по профилю глубоко преобразованных сильногумусированных почв составляла 35–40 см, а в отдельных случаях превышала 1 м, что значительно больше средних значений для дерново-подзолистых почв (10–20 см). Профильное распределение мезофауны в рекреаземах и агрокреаземах садов соответствует распределению в серых лесных и черноземных почвах (Горячкина и др., 2003).

В культуроземах и агрокреаземах ботанических садов общая биомасса почвенной мезофауны (от $142,9 \pm 1,2$ до $274,2 \pm 5,4$ г/м²) существенно превышает средние показатели как для городских почв

($10 \pm 8,4$ г/м²), так и для дерново-подзолистой ненарушенной почвы ($34,9 \pm 1,2$ г/м²) и соответствует биомассе почвенной мезофауны для черноземов лесостепи (Криволицкий, 1994; Стриганова, 2003). Для реплантоземов отмечается несколько меньшая биомасса почвенной мезофауны ($90–100$ г/м²) (рис. 4). Однако в исследованных почвах садов было обнаружено уменьшение как группового, так и видового разнообразия мезофауны по сравнению с ненарушенными дерново-подзолистыми почвами. Количество крупных таксономических групп варьировало от 11 до 15, в то время как в естественных дерново-подзолистых почвах встречается до 20 групп (Стриганова, 1994).

Повышенные значения численности и биомассы мезофауны исследованных участков объясняются высокой степенью окультуренности почв ботанических садов. Отмеченное вместе с тем снижение видового разнообразия является следствием общего негативного воздействия мегаполиса, существенно сокращающего видовой потенциал почвенных животных сообществ в городе.

В культуроземах помимо типичных представителей беспозвоночных были обнаружены виды, не свойственные зональным ландшафтам южной тайги. В филиале БС МГУ выявлены диплоподы вида *Blaniulus guttulatus*, которые на территории нашей страны были отмечены на выходах известняков в долине р. Ока, и щелкун степной *Agriotes gurgistanus* – обитатель почв степной и лесостепной зон. В Ботаническом саду БИН РАН обнаружен щелкун предгорный *Adrastus montanus* – обитатель

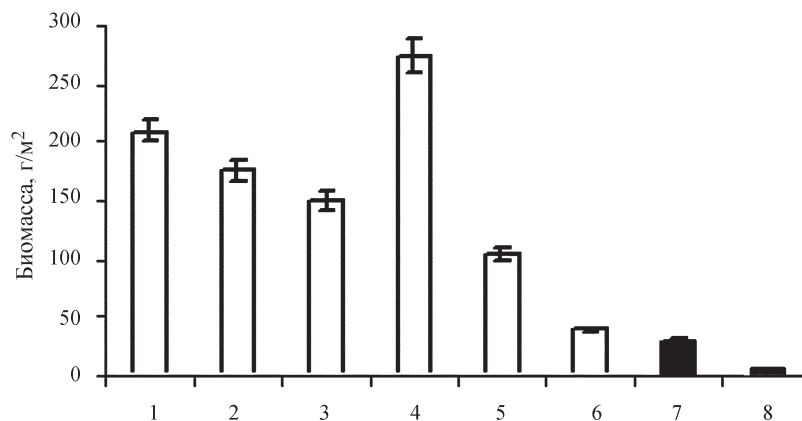


Рис. 4. Биомасса почвенной мезофауны в ботанических садах: 1 – агрокреазем (филиал БС МГУ); 2 – агрокреазем (БС МГУ); 3 – рекреазем (БИН РАН); 4 – культурозем (филиал БС МГУ); 5 – реплантозем (БС МГУ); 6 – урбодерново-подзолистая; 7 – контроль; 8 – урбанозем

Т а б л и ц а 2

**Численность бактерий, длина грибного мицелия и ферментативная активность поверхностных горизонтов почв
Ботанического сада МГУ**

Расположение	Тип почвы, номер разреза	Численность бактерий, млрд/г	Длина грибного мицелия, м/г	Каталаза, мл O ₂ /г/мин	Дегидрогеназа, мг ТФФ/10г/сут	Инвертаза, мг глюкозы/г/сут
Филиал БС МГУ	Культурозем (дендропарк, 50 лет), разрез № 1*	3,8 ±0,2	475±35	2,8±0,1	2,3±0,2	3,1±0,2
	Агрорекреазем (залежь 3 года), разрез № 2	2,6±0,2	667±60	2,3±0,2	2,5±0,2	3,3±0,3
	Рекреазем (залежь 15 лет) разрез, № 3	1,4±0,1	335±35	4,2±0,4	1,7±0,2	3,2±0,3
	Культурозем (дендропарк 200 лет), разрез № 4	1,9±0,2	342±30	2,5±0,5	2,2±0,3	3,0±0,2
БС МГУ	Реплантозем, разрез № 1	1,5±0,1	693±51	2,0±0,2	3,4±0,3	7,6±0,6
	Агрорекреазем, разрез № 2	1,7±0,2	627±60	5,5±0,6	4,1±0,4	2,4±0,3
	Агрорекреазем, разрез № 5	1,4±0,2	840±89	2,6±0,1	5,7±0,4	3,2±0,3
Контроль, Природный заказник Воробьевы горы	урбодерново- подзолистая почва	3,2±0,3	2080±180	8,6±0,8	7,8±0,8	10,4±0,9

*Привязка разрезов на местности и их описание приведены в работе А.В. Раппопорта (2004).

лугов, садов и огородов лесостепей Украины и Молдовы. Вышеперечисленные виды характерны для более южных регионов. Возможность обнаружения южных элементов почвенной фауны в почвах Москвы уже отмечалась ранее (Стриганова, 2003; Рахлеева, Строганова, 2008). Приток мигрантов происходит в первую очередь за счет занесения с посадочным материалом или с насыпным грунтом. Благодаря специфическим почвенно-климатическим условиям на территории городских ботанических садов многие из южных видов успешно акклиматизировались.

***Микробиологические свойства почв
ботанических садов***

Показатели общей численности бактерий составляют от 1,2 до 3,8 млрд клеток в 1 г почвы, при этом для глубоко преобразованных почв филиала БС МГУ была характерна более высокая численность бактерий по сравнению с почвами основной территории

БС МГУ на Ленинских горах (табл. 2). Следует отметить, что на обеих территориях БС МГУ полученные величины были ниже, чем обычно регистрируются в ненарушенных почвах подзоны южной тайги. Они сравнимы или несколько выше, чем в сильно загрязненных почвах на территории г. Москвы (Раппопорт и др., 2001). Интересно, что изучение распределения численности бактерий по профилю этих почв выявило ее незначительное снижение вниз по профилю и высокое содержание бактерий в погребенных гумусовых горизонтах. При этом показатели общей численности бактерий в погребенных гумусовых горизонтах близки к показателям, регистрируемым в верхних гумусовых горизонтах (Киселева, Лысак, Раппопорт, 2008). Одним из важнейших компонентов биоты в почвах по своим функциям и запасам биомассы являются грибы. Изучение распределения показателей длины грибного мицелия в верхнем горизонте почв на обеих территориях БС МГУ показало, что длина

грибного мицелия достаточно велика и составляет до 840 м в 1 г почвы (табл. 2), это ниже, чем в ненарушенных дерново-подзолистых почвах подзоны южной тайги (Раппопорт и др. 2001), но выше, чем в урбаногемах, загрязненных нефтью и тяжелыми металлами (Лысак, 2010).

Похожие закономерности были получены при изучении распределения по профилю почв БС МГУ дрожжей рода *Lurotus*, которые по данным литературных источников (Бабьева, Горин, 1987) рассматриваются как типичные обитатели ненарушенных территорий. По профилю культуроземов и агропастбищ филиала БС МГУ обнаружено значительное количество липомицетов. В поверхностных горизонтах число комочков почвы, обросших единичными клетками, составляет 0–25%, а в погребенном гумусовом горизонте исходной почвы их содержание возрастает до 100% (Скворцова и др., 2006). Таким образом, в погребенных почвенных горизонтах обнаружены микроорганизмы, которые в них обитали 200–300 лет назад, когда эти горизонты были поверхностными гумусовыми. Это означает, что ботанические сады сохраняют не только ботаническое разнообразие, но и разнообразие почвенной биоты. Возможно, использование почвенного материала из этих горизонтов может обогатить современные поверхностные горизонты городских почв определенными группами микроорганизмов, которые встречаются в природных почвах, но отсутствуют в городских. Это также свидетельствует о том, что современное антропогенное загрязнение верхних горизонтов почвы не оказывает заметного влияния на микробное сообщество погребенных гумусовых горизонтов.

Активность исследованных почвенных ферментов также невысока и составляет:

для каталазы от 2 до 5 мл O_2 /г/мин,

для дегидрогеназы от 1,7 до 5,7 мг ТФФ / 10г/сут,

для инвертазы от 3,1 до 7,6 мг глюкозы/г/сут.

При этом активность ферментов в почвах как филиала, так и основной территории БС МГУ оказалась ниже, чем обычно регистрируется в ненарушенных дерново-подзолистых почвах подзоны Южной тайги (Раппопорт и др., 2001). Полученные значения показателей ферментативной активности свидетельствуют о том, что интенсивность процессов трансформации органических веществ в почвах БС, подвергающихся антропогенному воздействию, ниже, чем в природных ненарушенных почвах.

К настоящему времени видовая структура комплексов микроскопических грибов в почвах разных биогеоценозов (БГЦ) на европейской части России

достаточно хорошо изучена. Поэтому при изучении почвенной микобиоты ботанических садов под разным растительным покровом имеется возможность их сопоставления с ненарушенными зональными БГЦ. Определение численности и состава культивируемых на питательных средах микроскопических грибов из верхнего горизонта почв под березняком и ельником на основной территории Ботанического сада МГУ показало, что численность микроскопических грибов составляет десятки тысяч КОЕ/г почвы что в целом соответствует или несколько ниже, чем в зональных биоценозах (Мирчинк, 1988). И летом, и осенью 2011 г. численность грибов была выше ($91,2 \times 10^3$ и $16,2 \times 10^3$ КОЕ/г почвы) в почве под березняком. В ельнике численность грибов в периоды анализа была ниже ($19,2 \times 10^3$ и $10,6 \times 10^3$ КОЕ/г почвы).

Видовой состав культивируемых микроскопических грибов в исследованных почвах также в основном типичен для зональных лесных почв под этими растительными ассоциациями (Мирчинк, 1988; Александрова и др., 2006; и др.). В почвах под ельником часто выделялись такие виды, как *Clonostachys rosea*, *Penicillium miczynskii*, *Penicillium fellutanum* и *Acremonium strictum*. В березняке отмечалось присутствие *Penicillium miczynskii*, *Trichoderma polysporum*, *Trichoderma longibranchiatum*, *Acremonium strictum* и *Gliocladium roseum*. Более разнообразный состав микромицетов выделялся осенью. Безусловно, для объективного сопоставления необходимы более развернутые анализы, однако даже по имеющимся данным, можно отметить, что в почвах БС МГУ одновременно присутствуют как минорные компоненты виды рода *Aspergillus* – *Aspergillus flavus*, *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus niger*. Выделение комплекса видов грибов этого рода обычно малотипично для зональных, особенно хвойных, биоценозов, но встречаемость видов *Aspergillus* резко увеличивается по сравнению с зональными в городских почвах, в том числе и в почвах Москвы (Марфенина, 2005). Таким образом, с одной стороны, в почвах БС МГУ под определенным растительным покровом прослеживается формирование комплексов почвенных микромицетов, несущих черты зональных сообществ, а с другой – выявляются некоторые показатели антропогенных нарушений, что свидетельствует об особом пути формирования и свойствах биоценоза ботанического сада, что требует дальнейшего изучения.

Выводы

1. Профиль антропогенных почв ботанических садов состоит из трех частей разного состава, про-

исхождения и мощности: верхней, сформированной в результате рекультивации почв и представленной современными гумусово-аккумулятивными горизонтами (Au), насыпными плодородными органо-минеральными RAT или торфосодержащими смесями RT; средней, отражающей урбаногенное воздействие и состоящей из погребенных горизонтов естественных (природных) почв или урбаноземов, антропогенно привнесенного (планировочного) или ненарушенного грунта; нижней, представленной погребенной естественной почвой, планировочным грунтом или грунтом ненарушенного залегания. Сочетание разных частей профиля или отсутствие некоторых из них обуславливает многообразие антропогенных почв ботанических садов.

2. По сравнению с зональными и городскими почвами для рекультивированных антропогенных почв всех изученных садов, особенно для рекреаземов, характерны более высокие значения численности (400–2250 экз./м²) и биомассы почвенной мезофауны (143–274 г/м²). Эти отличия, а также наличие видов из более южных районов объясняются нейтральной реакцией почвенной среды, высокой степенью окультуренности и невысокой рекреационной нагрузкой на территории ботанических садов по сравнению с селитебными районами. Обнаружено, что большое влияние на показатели численности, биомассы, доминирования и трофическую структуру оказывает характер землепользования внутри сада.

3. Для почв городских ботанических садов характерно более глубокое распространение микробоценозов по профилю (до 1,2 м) по сравнению с урбаноземами и дерново-подзолистыми почвами пригорода. Показатели общей численности бактерий в погребенных гумусовых горизонтах близки к показателям, регистрируемым в верхних гумусовых горизонтах. Меньшая доступность для антропогенного воздействия нижней части профиля этих почв способствует сохранению микробного генофонда, и это одна из не оцененных функций ботанических садов, осуществляющих свою защиту не только по отношению к растениям, но и по отношению к почвенным микроорганизмам.

4. В почвах БС МГУ под определенным растительным покровом прослеживается формирование комплексов почвенных микромицетов, несущих черты зональных сообществ, однако выявляются и некоторые показатели антропогенных нарушений, что указывает на особенности формирования и свойств почвенной микобиоты ботанических садов.

5. Впервые показано, что городские ботанические сады являются не только территорией, где содержатся коллекции растений, но и своеобразными рефугиумами в условиях города для ряда микроорганизмов и некоторых видов почвенной мезофауны. Для сбора более полных данных необходимо продолжить работу по изучению биоразнообразия на территориях городских ботанических садов и включать эти исследования в программу научной работы ботанических садов.

Таким образом, изучение и сохранение биоразнообразия особенно важно в городах. Здесь, с одной стороны, происходит уничтожение природных ландшафтов вместе с обитающими на них видами животных, растений, насекомых и микроорганизмов, а с другой – создаются новые экологические ниши, в которых поселяются виды, не свойственные этой природно-климатической зоне. В мегаполисах ботанические сады могут быть, если не единственно возможными, то по крайней мере самыми удобными площадками для долгосрочных экосистемных исследований. Наши комплексные исследования показали, что по всем изученным характеристикам ботанические сады отличаются от других городских территорий, а это значит, что ботанические сады надо рассматривать как уникальные объекты, где под влиянием разных факторов, как природных, так и антропогенных, сложилась весьма специфическая экосистема. В настоящее время по достоинству оценены и привлекают внимание исследователей только ботанические коллекции, однако уже полученные результаты по почвенным микроорганизмам и мезофауне говорят о том, что их разнообразие также значительно выше, чем на прилегающих городских территориях. Значит, объектами исследований должны стать и другие компоненты экосистемы ботанического сада: почвы, грибы, насекомые, птицы, млекопитающие.

Совершенно новая функция городских ботанических садов, в которых сохранились малонарушенные территории, заключается в том, чтобы служить источником чувствительных тест-культур разных видов животных, растений и микроорганизмов, необходимых для экотоксикологических исследований. В настоящее время нет централизованных коллекций стандартизованных организмов, необходимых для оценки токсичности образцов природных сред и техногенных объектов. Отобранные в биотопах ботанических садов виды педо- и гидробионтов после квалифицированной видовой идентификации и проверки их чувствительности по реакции на стандартные токсиканты могут быть вполне пригодны для

лабораторных исследований в качестве биосенсоров. Потребность в новых тест-культурах для испытаний токсичности проб по стандартным методикам обусловлена задачами производственного экологиче-

ского контроля в сертифицированных лабораториях. Постоянно востребованными являются также методы биотестирования в учебных практикумах и научных проектах.

Приложение

Список дипломов и диссертаций, защищенных по материалам, полученным в Ботаническом саду МГУ

1. *Раппопорт Александр*. Особенность почв городских ботанических садов (на примере филиала Ботанического сада МГУ) (диплом, 2000).
2. *Горячкина Ирина*. Особенности мезофауны насыпных почв Ботанических садов (на примере городов Москвы и Санкт-Петербурга) (диплом, 2002).
3. *Раппопорт Александр*. Антропогенные почвы городских ботанических садов на примере Москвы и Санкт-Петербурга (дис. ... канд. биол. наук, 2004).
4. *Гладышева Мария*. Магнитная восприимчивость урбанизированных почв (дис. ... канд. биол. наук, 2007).
5. *Хусаинова Татьяна*. Особенности почвенно-экологического состояния садов крупных городов подзоны южной тайги (на примере Москвы и Твери) (диплом, 2007).
6. *Киселева Евгения*. Биологическая активность почв филиала Ботанического сада МГУ (диплом, 2007).
7. *Панкина Анна*. Особенности формирования неоднородности почвенного покрова Ботанического сада МГУ (диплом, 2010).
8. *Шанина Е.В.* Физические свойства гумусово-аккумулятивного горизонта почв ботанического сада МГУ на Воробьевых горах под различной древесной растительностью (диплом, 2010).
9. *Лысак Л.В.* Бактериальные сообщества городских почв (дис. ... докт. биол. наук, 2010).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агаркова М.Г.* Эколого-генетические особенности почв городских экосистем. Дис. ... канд. биол. наук М., 1990. 20 с.
- Александрова А.В., Заяц А.Л., Великанов Л.Л., Сидорова И.И.* Разнообразие почвенных микромицетов в лесных экосистемах Тверской области // Микология и фитопатология. 2006. Т. 40. Вып. 1. С. 3–12.
- Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. М., 1970. 487 с.
- Бабьева И.П., Горин С.Е.* Почвенные дрожжи. М., 1987.
- Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А.* Методы исследования физических свойств почв. М., 1986. 416 с.
- Горячкина И.С., Рахлеева А.А., Строганова М. Н., Раппопорт А. В.* Мезофауна почв ботанических садов (на примере гг. Москвы и Санкт-Петербурга) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение. 2003. № 4. С. 33–40.
- Киселева Е.М., Лысак Л.В., Раппопорт А.В.* Биологическая активность почв Филиала Ботанического сада МГУ // Мат-лы V Съезда Докучаевского общества почвоведов. Ростов-на-Дону, 2008. С. 438.
- Криволицкий Д.А.* Почвенная фауна в экологическом контроле. М., 1994. 269 с.
- Марфенина О.Е.* Антропогенная экология почвенных грибов. М., 2005. 196 с.
- Методы почвенной микробиологии и биохимии. Под ред. проф. Д.Г. Звягинцева. М., 1991. С. 229–235.
- Мирчинк Т.Г.* Почвенная микология. М., 1988. 220 с.
- Пестряков В.К.* Окультуривание почв Северо-запада. Л., 1977. 343 с.
- Почва, город, экология. Под общ. ред. акад. РАН Г.В. Добровольского. М., 1997. 320 с.
- Практикум по агрохимии. Под ред. В.Г. Минеева. М., 2001. 687 с.
- Раппопорт А.В.* Антропогенные почвы городских ботанических садов (на примере Москвы и Санкт-Петербурга) // Дис. ... канд. биол. наук, М., 2004. 152 с.
- Раппопорт А.В., Мясоедов А.С., Лысак Л.В.* Биологическая активность некоторых урбаноземов и культуроземов на территории Москвы // Сб. Перспективы развития почвенной биологии. М., 2001. С. 279–282.

Рахлеева А.А., Строганова М.Н. Состав и структура почвенной мезофауны парковых территорий г. Москвы // Лесные экосистемы и урбанизация. М., 2008. С. 152–172.

Скворцова И.Н., Раппопорт А.В., Прокофьева Т.В., Андреева А.Е. Биологические свойства почв филиала Ботанического сада МГУ // Почвоведение. 2006. № 7. С. 861–869.

Стриганова Б.Р. Зоологические исследования в лесных почвах Подмосковья / Особенности животного населения почв Московской области. М., 1994. 127 с.

Стриганова Б.Р. Структура и функции сообществ почвообитающих животных / Структурно-функциональная роль почв и почвенной биоты в биосфере. М., 2003. С. 151–173.

Строганова М.Н., Мартыненко И.А., Прокофьева Т.В., Рахлеева А.А. Физико-химические и физико-механические свойства урбанизированных лесных почв / Лесные экосистемы и урбанизация. М., 2008. С. 90–124.

Строганова М.Н., Раппопорт А.В. Специфика антропогенных почв ботанических садов крупных городов южной тайги // Почвоведение. 2005. № 9. С. 1094–1101.

Поступила в печать 05.04.12

ECOLOGICAL SOIL RESEARCH IN MOSCOW AND SAINT-PETERSBURG BOTANICAL GARDENS

*A.V. Rappoport, L.V. Lysak, O.Ye. Marfenina, A.A. Rakhleeva, M.N. Stroganov,
V.A. Terekhova, N.V. Mitrofanova*

Some soil characteristics of several botanical gardens in Moscow and Saint-Petersburg (Russia) were studied. Protected area regime, regular horticultural activities, constant invasion of soil fauna and bacteria with plant roots and soil, anthropogenic influence for decades and centuries altogether cause development specific soils. These soils are very different from both natural and urban green area (recreation parks) soils. Specific ways of botanical garden soil development are proved by its morphological and chemical characteristics as well as abundance and species composition of soil mesofauna. Botanical garden soils have the specific structure of the soil profile, high concentration and biomass of soil mesofauna, deep bacteria penetration through soil profile. Mesofauna and bacteria of botanical garden soils include common species of undisturbed podzolic soils as well as typical species of man-made soils. We suggest considering urban botanical gardens as the unique man-made ecosystems where negative impact of an urban environment is partly compensated and high level of biodiversity presents. We discuss the use of soil biota and botanical gardens' ponds as a source of test culture for ecotoxicological research.

Key words: botanical garden, urban soils, recreazem, hortisol, conservation of biodiversity, soil restoration, soil micromyces, soil mesofauna.

Сведения об авторах: *Раппопорт Александр Витальевич* – зам. директора Ботанического сада МГУ, канд. биол. наук (arapp@mail.ru); *Лысак Людмила Вячеславовна* – доцент факультета почвоведения МГУ, докт. биол. наук (lvlysak@mail.ru); *Марфенина Ольга Евгеньевна* – вед. науч. сотр. факультета почвоведения МГУ, профессор, докт. биол. наук (marfenina@mail.ru); *Рахлеева Анна Алексеевна* – науч. сотр. факультета почвоведения МГУ, канд. биол. наук (testacea@mail.ru); *Строганова Марина Николаевна* – профессор. факультета почвоведения МГУ, докт. биол. наук (stroganovam@mail.ru); *Терехова Вера Александровна* – вед. науч. сотр. Института проблем экологии и эволюции имени А.Н.Северцова РАН, докт. биол. наук (vterekhova@gmail.com); *Митрофанова Наталья Вячеславовна* – мл. науч. сотр ИБФМ РАН).

595. 766. 44

О ВИДАХ РОДА *ANITYS* THOMSON, 1863 (COLEOPTERA: PTINIDAE: DORCATOMINAE)

И.Н. Тоскина

Доказана неоднородность вида *Anitys rubens* (Hoffmann, 1803) в коллекции Зоологического института Российской Академии Наук (С.-Петербург) и описан новый вид *Anitys lineata* sp.n. Восстановлена валидность вида *Anitys cognata* (Mulsant et Rey, 1864).

Ключевые слова: *Anitys*, Dorcatominae, Ptinidae, Coleoptera, новый вид, Палеарктика.

Род *Anitys* был выделен Томсоном в 1863 г. из рода *Dorcatoma* для почти шаровидного *Dorcatoma rubens* Hoffmann, 1803 по следующим признакам: сильно погнутой голове, приближенной к заднегруди, которая имеет выступ с выемкой для мандибул, форме переднеспинки с сильно закругленными задними углами, надкрыльям с 3 полными боковыми бороздками, расширенным на конце голени (Thomson, 1863).

Мюльсан и Рей в 1864 г. описали род *Amblitoma* для того же вида *D. rubens* (Mulsant, Rey, 1864), который, естественно, стал синонимом рода *Anitys*. В этой же работе был описан второй вид рода – *A. cognata* Mulsant et Rey, 1864 со следующими отличительными признаками: на надкрыльях отсутствует пришовная бороздка, имеющаяся у *A. rubens*, латеральные бороздки не полностью развиты, особенно средняя, ноги более стройные (задние голени равны длине бедра с вертлугом, а у *A. rubens* задние голени короче бедра с вертлугом). В Каталогах Пика (Pic, 1912) и Хансена (Hansen et al., 1939) род *Anitys* содержит два вида: *A. rubens* и *A. cognata*. Но Лозе (Lohse, 1969), опираясь, по-видимому, на почти идентичное описание обоих видов Мюльсаном и Реем, счел указанную ими разницу в длине голеней и развитии бороздок на надкрыльях несущественной (тем более что развитие бороздок у *A. rubens* варьирует) и свел *A. cognata* в синонимы к *A. rubens*. В дальнейшем Уайт (White, 1974) снова признал существование двух видов в роде *Anitys*. Эспаньол (Español, 1977) указал на трудности различения видов в роде *Anitys* и дал рисунки усика, заднегруди, эдеагуса и других частей *A. rubens*. Как мы полагаем, Эспаньол был знаком с типовым материалом видов рода *Anitys*. В последнем Каталоге палеарктических жуков (Zahradník, 2007) *A. cognata* снова фигурирует в качестве синонима *A. rubens*.

Мы попытались разобраться в этом вопросе, имея несколько экземпляров жуков рода *Anitys* из коллек-

ции Зоологического института РАН в С.-Петербурге (ЗИН – Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences – ZIN) и два экземпляра этого рода с этикеткой «*A. cognata* Muls» из типовой коллекции Венгерского музея естественной истории (Hungarian Museum of Natural History – HMNH).

В коллекции ЗИНа все жуки рода *Anitys*, несмотря на имеющиеся различия в цвете (от буровато-желтого до буро-красного) и в форме тела (от почти шаровидной до сильно выпуклой, но не шаровидной, а немного вытянутой) имеют одинаковые определительные этикетки: «*A. rubens* Hoffm». Мы познакомились с несколькими разными *Anitys* из этой коллекции: четырьмя экземплярами темно-красного цвета и двумя – буровато-желтого.

После подробного изучения мы установили, что темно-красные *Anitys* относятся к двум разным видам: одни (два экземпляра с этикеткой «Paris»), почти шаровидные, имеют этикетку «*Amblitoma rubens* G. H.», подходят под видовую характеристику *Anitys rubens* и, видимо, таковыми и являются, и два других экземпляра (на одной булавке, с этикеткой «Seimaug» [?]), сильно выпуклые, но не шаровидные, являются другим видом, отличающимся морфологическими деталями от экземпляров с этикеткой «Paris» и от экземпляров, исследованных Эспаньолом.

Имеющиеся у нас буровато-желтые экземпляры *Anitys* также неоднородны: экземпляры из петербургской коллекции имеют бороздчатые надкрылья, а из коллекции HMNH – надкрылья без бороздок на диске, только с тремя латеральными бороздками, из которых две нижних неполные. По описанию Мюльсана и Рея (Mulsant, Rey, 1864), *A. cognata* имеют надкрылья без бороздок на диске, а латеральные бороздки, особенно средняя, развиты не полностью. Исследования деталей внешней морфологии и эдеагусов у видов рода *Anitys* подтвердили, что мы име-

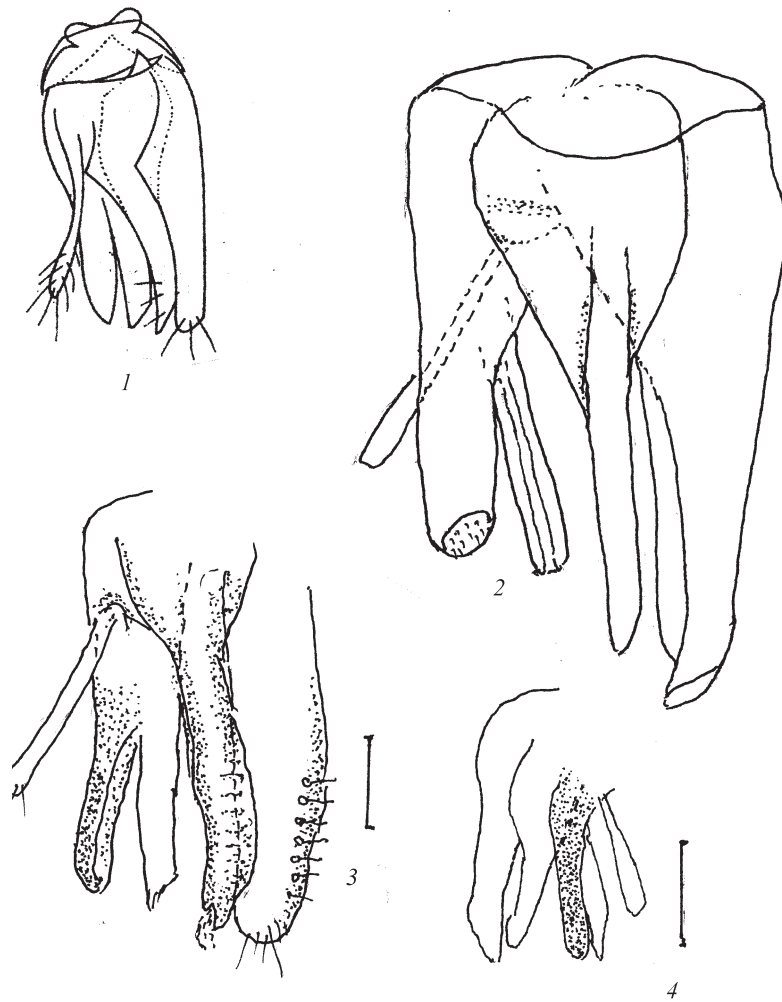


Рис. 1. Эдеагусы: 1 – *Anitys rubens* (Hoffmann, 1803) (из работы Эспаньола – Español, 1977, Fig. 101); 2 – *A. cognata* (Mulsant et Rey, 1864); 3 – *Anitys* sp.; 4 – *A. lineata* sp.n. Масштаб: 0,05 мм (2); 0,1 мм (3); 0,2 мм (4)

ем дело с группой видов: первый вид с этикеткой «Paris» – *A. rubens* (Hoffmann, 1803) (рис. 1, 1 – из работы Эспаньола (Español, 1977, рис.101)), второй вид (из HMNH) – *A. cognata* (Mulsant et Rey, 1864) (рис. 1, 2), третий вид (из коллекции ЗИНа) – удлиненные темно-красные экземпляры жуков с этикеткой «Seimaug» (в дальнейшем *Anitys* sp.) (рис. 1, 3) и четвертый вид (тоже из коллекции ЗИНа) – буровато-желтые экземпляры с бороздчатыми надкрыльями (рис. 1, 4). Кроме эдеагусов, жуки различались и другими морфологическими деталями, в частности, видом заднегруди, пунктировкой поверхности и так далее. Несмотря на проведенные сравнения, мы не можем дать описание нового вида *Anitys* sp. из-за странной, неполной этикетки, и даем описание только одного нового вида *Anitys* – буровато-желтых жуков с бороздчатыми надкрыльями.

Методика измерений.

Длину переднеспинки измеряли в профиль, так как измерения сверху из-за кривизны переднеспинки дают искаженные результаты. Ширину надкрыльев измеряли непосредственно под плечами, т.е. наибольшая ширина надкрыльев (примерно на середине) не учитывалась. Длину надкрыльев измеряли от базального края щитка вдоль шва. Расстояние между глазами измеряли, как наиболее короткое, в середине почти плоского лба. Рисунок эдеагуса дан с дорсальной стороны. Звездочкой отмечены промеры голотипа.

Anitys lineata sp.nov. (рис. 2)

H o l o t y p e ♂, Austria, *Anitys rubens* Hoffm. [det. anon.]. Coll. Semenov-Tian-Shansky. [lower specimen of two ones on a pin]. Paratype: [upper specimen on the same pin]. (ZIN).

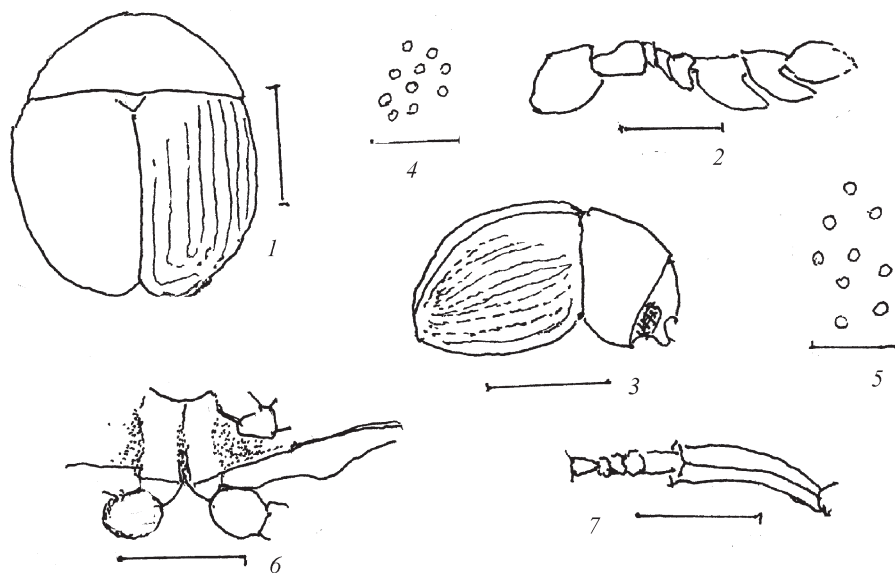


Рис. 2. *Anitys lineata* sp.n., male: 1 – вид жука сверху; 2 – усик; 3 – вид жука сбоку; 4 – пунктировка на диске переднеспинки; 5 – пунктировка на диске надкрыльев; 6 – середина заднегруди; 7 – голень и лапка задней ноги.
Масштаб: 0,1 мм (4, 5); 0,2 мм (2); 0,5 мм (6, 7); 1,0 мм (1, 3)

О п и с а н и е

Внешний вид (рис. 2, 1). Жуки целиком буровато-желтые, сильно выпуклые, почти шаровидные. Усики бледно-желтые. Опушение очень мелкое, редкое, бледно-желтое, наклонное.

Голова. Лоб почти плоский. Глаза слабо выпуклые, неправильной формы, со слабой выемкой со стороны усика, разделены расстоянием в 2,5*–3,0 продольных диаметра глаза. Усики 8-члениковые, с булавой из трех крупных члеников; 1-й членик широкий, уплощенный, 2-й членик довольно длинный, 3-й и 4-й членики поперечные, очень маленькие, 5-й членик чуть крупнее; 6-й и 7-й членики (булава) имеют вид широких зубцов с выпуклым нижним краем; 8-й членик широкий, с заостренной вершиной (рис. 2, 2).

Переднеспинка в два раза шире своей длины, без каких-либо вздутий или боковых уплощений; передний угол слабо острый, чуть загнут под голову, задний угол тупой, закруглен (рис. 2, 3). Пунктировка поверхности мелкая, неравномерная, точки разделены расстояниями в 0,5–1,5 диаметра точки (рис. 2, 4).

Щиток треугольный, шире своей длины.

Надкрылья шире своей длины в 1,1–1,2* раза. Диск надкрыльев в бороздках; первые 3–4 бороздки начинаются с отступом от базального края. Наиболее четкие бороздки – латеральные. Поверхность в пун-

ктировке, точки находятся на расстояниях 3–5 диаметров точки (рис. 2, 5), но имеют примерно тот же размер, что и точки на переднеспинке.

Заднегрудь короткая, с широкой продольной срединной канавкой; середина резко и сильно выпуклая, ее базальный край выдается вперед и имеет выемку для размещения мандибул (рис. 2, 6).

Ноги. Бедренные покрывки крупные, их апикальный край с заметно выступающим углом в середине. Бедря не выступают за надкрылья. Задние голени искривленные, короче бедер; 1-й членик задней лапки вдвое длиннее 2-го; 2-й–4-й членики короткие; 5-й членик длиннее 2-го (рис. 2, 7).

Брюшко. 2-й, 3-й и 4-й стерниты посередине слиты (швы имеются, но ослаблены, одинарные). Эдеагус изображен на рис. 1, 4.

Длина 2,10 мм, ширина 1,60–1,65* мм.

С р а в н и т е л ь н ы е з а м е ч а н и я

Новый вид отличается от *A. rubens* и *A. cognata*, кроме вида деталей эдеагуса, резко выступающей серединой заднегруди (у названных видов середина заднегруди не выступает резко, срединная бороздка сравнительно узкая, у *A. rubens* – с ямкой в середине (Español, 1977, рис. 99)); развитыми бороздками на диске надкрыльев (у названных видов имеются три латеральные бороздки, а у *A. rubens* – еще пришов-

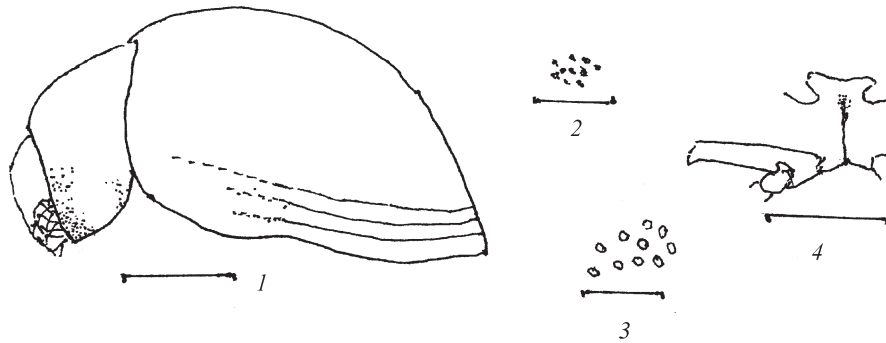


Рис. 3. *Anitys cognata* (Mulsant et Rey, 1864), male: 1 – вид тела сбоку (с латеральными бороздками); 2 – пунктировка на диске переднеспинки; 3 – пунктировка на диске надкрыльев; 4 – середина заднегруди. Масштаб: 0,1 мм (2, 3); 0,5 мм (1, 4)

ная); другой формой бедренных покрывок – с выступающим углом в середине (у названных видов бедренные покрывки с ровным апикальным краем); другой формой члеников усиков (ср. рисунок усиков из работы Эспаньола (Español, 1977, рис. 96)). В работе Эспаньола все брюшные швы изображены двойными (Español, 1977, рис. 100). Но, по-видимому, это неверно. В описаниях обоих видов Мюльсан и Рей (Mulsant, Rey, 1864) указывают, что боковые части швов усилены (т.е. центральные части ослаблены). По-видимому, ослабление брюшных швов в центре – родовой признак *Anitys*.

Что касается *A. cognata*, то, кроме эдеагуса и трех неполных бороздок (рис. 3, 1), он отличается от других видов *Anitys* следующими особенностями. Точки

пунктировки поверхности переднеспинки очень малы (рис. 3, 2), вдвое мельче точек на надкрыльях (рис. 3, 3) (точки пунктировки переднеспинки и надкрыльев *A. rubens* и *A. lineata* примерно сходного характера, но у первого расположены более плотно). Срединная бороздка заднегруди узкая, без ямки в центре (рис. 3, 4) (по описанию Мюльсана и Рея (Mulsant, Rey, 1864), срединная бороздка заднегруди у *A. rubens* в центре имеет вид ямки; расширение бороздки в центре есть и на рисунке Эспаньола (Español, 1977, рис. 99). Таким образом, совокупность отличительных признаков, и прежде всего эдеагуса, подтверждает самостоятельность вида *A. cognata*.

ЭТИМОЛОГИЯ. Вид назван из-за полосатого вида надкрыльев (лат. «lineatus» – полосатый).

Автор сердечно благодарит докт. О. Мёркла (Будапешт) за предоставление типового материала, А.С. Украинского и программиста Н.Л. Клепикову (Москва) за большую помощь в работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Español F.* Notas sobre Anóbidos. LXXV. // *Miscellanea zoológica*. 1977. Т. 4. N 1. P 171–215.
- Hansen V., Hellén W.* (Ed.), *Jansson A., Munster Th., Strand A.* Catalogus coleopterorum Daniae et Fennoscandiae. Helsingforsiae. 1939. 128 S.
- Hoffmann J. G.* Monographie der Stutzkäfer (Hister.) // *Entomologische Hefte*, Frankfurt a/M. 1803. Bd. 2. 128 S.
- Lohse G. A.* Die Familie Anobiidae. // *Freude H., Harde K. W., Lohse G. A.* Die Käfer Mitteleuropas. 1969. Bd. 8. S. 27–59.
- Mulsant E., Rey C.* Histoire naturelle des Coléoptères de France. T.1. Térédiles. Paris, 1864. P. 338–391.
- Pic M.* Coleopterorum Catalogus. Pars 48. Anobiidae. Berlin, 1912. 92 p.
- Thomson C. G.* Skandinaviens Coleoptera, Synoptiskt Bearbetade. Lund, 1863. Vol. 5. P. 134–178.
- White R. E.* Type-species for world genera of Anobiidae (Coleoptera) // *Transactions of the American Entomological Society*. 1974. Vol. 99. P. 415–475.
- Zahradnik P.* Subfamily Dorcatominae // *Catalogue of Palaearctic Coleoptera*. Eds. I. Löbl et A. Smetana. Stenstrup. 2007. P. 343–347.

**ABOUT SPECIES OF THE GENUS *ANITYS* THOMSON, 1863 (COLEOPTERA:
PTINIDAE: DORCATOMINAE)**

I. N. Toskina

After studying the aedeagi and other morphological details in species of the genus *Anitys* Thomson, 1863 there was found the heterogeneity of specimens of *A. rubens* (Hoffmann, 1803) in the collection of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences and new species *A. lineata* sp. nov. was separated out. These beetles are grayish-brownish-yellow, hemispherical; 6th and 7th antennal segments (club) look as broad teeth with convex lower margins, 8th segment is broad; elytra are provided with striae on disc; the middle of metasternum is strongly convex and with rather broad longitudinal median groove; metafemoral plaques have a prominent angle in the middle, rather broad in the proximal half; abdominal sutures are strongly reduced between 2nd and 3rd sternites and between 3rd and 4th ones. Aedeagus differs in many details from the aedeagus of *A. rubens* given by Español, 1977, fig. 101 (or fig. 1, *l* in this article). We proved that *A. cognata* (Mulsant and Rey, 1864) is a bona sp. because its aedeagus and other morphological details had characters different from *A. rubens*.

Key words: *Anitys*, Dorcatominae, Ptinidae, Coleoptera, new species, Palaearctica.

Сведения об авторе: *Тоскина Ирина Николаевна* – канд. биол. наук (nina_11235813@mail.ru).