

УДК 502.22(470.26)

**М. В. Куркина, В. П. Дедков, А. С. Уманский,  
А. С. Титович, С. М. Никитина**

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕСТОВЫХ УЧАСТКОВ  
ДЛЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА  
ПОЧВОГРУНТОВ КАЛИНИНГРАДА**

8

*Проведен экологический анализ урбанизированных экосистем, используемых для микробиологического мониторинга почвогрунтов Калининграда. Показано, что изученные экосистемы отличаются видовым разнообразием растений, типами почв и физико-химическими показателями, что необходимо учитывать при анализе почвенной микрофлоры.*

*This article offers an ecological analysis of urbanized ecosystem used for the microbiological monitoring of Kaliningrad soil. The authors show that the studied ecosystems differ in plant species diversity, types of soils, and physicochemical parameters, which must be taken into account when analyzing the soil microflora.*

**Ключевые слова:** урбэкоисистемы, почвогрунты, экологический анализ.

**Key words:** urbanized ecosystems, soil lands, ecological analysis.

Качество жизни и здоровье городского и сельского населения непосредственно связаны с состоянием окружающей среды. Важная оздоровительная роль в условиях города принадлежит зеленым насаждениям, состояние, устойчивость и функционирование которых неразрывно связаны с функционированием почв. Почва является главным резервуаром и естественной средой обитания микроорганизмов. Состав почвенной микрофлоры разнообразен и включает преимущественно бактерии аммонификаторы, азотфиксирующие бактерии, бактерии, участвующие в круговороте серы, железа, фосфора и других элементов, целлюлозоразлагающие бактерии, микромицеты, актиномицеты, почвенные водоросли и др. [12]. Участвуя в круговороте элементов в природе, микроорганизмы характеризуют различные биохимические процессы, связанные с состоянием насаждений, что позволяет использовать их в диагностических целях в качестве индикаторов состояния растительных сообществ [3; 9].

Микроорганизмы очень чувствительны к антропогенным загрязнителям и чутко реагируют на различные изменения почвенных условий. Их ответные реакции на внешние воздействия достаточно быстрые и



касаются различных сторон — роста, морфологического строения, активности метаболических процессов, количественного и качественного состава микробного сообщества. При изменении условий обитания одни виды исчезают, другие появляются. Чувствительность и высокая индикационная способность микроорганизмов позволяют использовать их в качестве инструмента мониторинга антропогенных изменений в биосфере для ранней диагностики техногенного повреждения педосферы [11].

Комплексные исследования микрофлоры почв Калининграда начаты в 2008 г. на базе лаборатории микробиологии и биотехнологии факультета биоэкологии БФУ им. И. Канта. Они предусматривают решение задач, касающихся изучения в динамике качественного и количественного состава микрофлоры почв, влияния загрязнений на работоспособность микробоценозов, выделения микробных комплексов с целью использования их для биоремедиации городских почв [1].

К настоящему времени проведена работа по изучению почвенной микрофлоры Калининграда. Выполнен экологический анализ физико-химических свойств почвогрунтов города, включающий определение температуры, влажности и рН [6]. Получены новые данные о количественном составе некоторых групп микроорганизмов в почвах урбанизированных экосистем [2; 5]. Определен групповой состав и изучена сезонная динамика актиномицетов в городских и природных экосистемах [7; 8].

Следует отметить, что почвенная микрофлора — одна из компонент системы «почва — растение», где все ее составляющие взаимосвязаны и взаимозависимы. Жизнедеятельность микроорганизмов в почве, их качественный и количественный состав определяются наличием питательных веществ, влажностью, аэрацией, рН среды, температурой. Состав микрофлоры зависит от типа почвы, способов ее обработки, видового разнообразия растений. Поэтому для полного анализа и интерпретации полученных результатов о составе микрофлоры почвогрунтов необходимо учитывать эколого-геоботанические показатели, влияющие на почвенную микрофлору. В связи с этим цель данной работы — проанализировать и обобщить данные о различных физических, химических и геоботанических характеристиках урбоэкосистем, используемых для микробиологического мониторинга почвогрунтов.

Объектами исследования служили урбоэкосистемы Калининграда. Выбор тестовых участков проводили в соответствии с картой комплексной оценки состояния окружающей среды, согласно которой вся территория города с учетом действующих факторов (загрязнение атмосферы, почвы, поверхностных вод; акустический режим; уровни электромагнитных полей; особенности ландшафта; состояние растительности; распределение птиц в городе и др.) разделена на шесть зон: относительно чистая, слабо загрязненная, умеренно загрязненная, загрязненная, грязная и очень грязная [4]. В каждой из зон в 2008 г. были заложены по пять тестовых участков с определением координат с помощью GPS-навигации. Схема расположения тестовых участков представлена на рисунке 1.

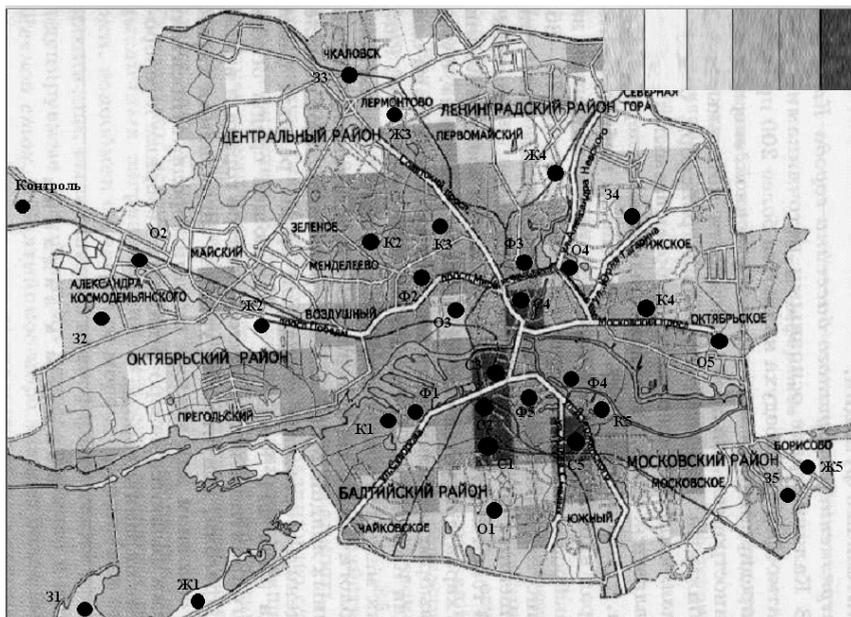


Рис. 1. Схема расположения тестовых участков

на территории Калининграда по зонам:

З<sub>1</sub>, З<sub>2</sub>, З<sub>3</sub>, З<sub>4</sub>, З<sub>5</sub> – относительно чистая; Ж<sub>1</sub>, Ж<sub>2</sub>, Ж<sub>3</sub>, Ж<sub>4</sub>, Ж<sub>5</sub> – слабо загрязненная;

О<sub>1</sub>, О<sub>2</sub>, О<sub>3</sub>, О<sub>4</sub>, О<sub>5</sub> – умеренно загрязненная; К<sub>1</sub>, К<sub>2</sub>, К<sub>3</sub>, К<sub>4</sub>, К<sub>5</sub> – загрязненная;

Ф<sub>1</sub>, Ф<sub>2</sub>, Ф<sub>3</sub>, Ф<sub>4</sub>, Ф<sub>5</sub> – грязная; С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub>, С<sub>3</sub>, С<sub>4</sub>, С<sub>5</sub> – очень грязная

Урбоэкосистемы Калининграда (табл.), используемые нами для микробиологического мониторинга, представлены парками, насаждениями придомовых территорий, газонами, посадками вдоль дорог и др. Это в основном рукотворные системы (полукультурные, культурные и декоративные), подверженные антропогенному воздействию. Растительный состав городских экосистем не отличается большим разнообразием и представлен деревьями и кустарниками, традиционно применяемыми в озеленении города, газонными травами и сорными растениями. Почвенный покров урбоэкосистем наиболее подвержен изменениям. В основном это поверхностно преобразованные урбопочвы, глубоко преобразованные урбаноземы и искусственно созданные техноземы, а также группа слаботрансформированных почв, сохранившихся на территориях лесопарков и старых парковых насаждений.

#### Экологическая характеристика тестовых участков на территории Калининграда

Участок	Урбоэкосистема	Тип почвы
З <sub>1</sub>	Разнотравно-злаковый луг с преобладанием люпина, полыни, овсяницы, тимофеевки	Дерново-слабоподзолистая иллювиально-железистая супесчаная
З <sub>2</sub>	Разнотравно-злаковый луг, переходящий в газон, с преобладанием ежи	Дерново-подзолистая иллювиально-железистая супесчаная на древнеаллювиальных песках



Продолжение табл.

Участок	Урбоэкосистема	Тип почвы
З <sub>3</sub>	Придомовая территория с преобладанием липы и разнотравья: крапивы, тысячелистника, полыни, одуванчика	Урбанозем глееватый легкосуглинистый
З <sub>4</sub>	Газон у автомобильной дороги с преобладанием мятлика, пырея, клевера и посадками липы, вяза, клена и бузины	Урбиквазизем легкосуглинистый
З <sub>5</sub>	Разнотравный луг с преобладанием пижмы, полыни, донника и единичными посадками акации	Бурая лесная антропогенно-измененная среднесуглинистая
Ж <sub>1</sub>	Сад с плодовыми деревьями (яблони, груши, сливы, вишни) и разнотравьем: крапива, тысячелистник, полынь, одуванчик	Дерново-слабоподзолистая супесчаная окультуренная
Ж <sub>2</sub>	Газон вдоль автомобильной дороги с преобладанием ежи, золотарника и посадками ежевики	Бурая лесная оглеенная антропогенно-измененная легкосуглинистая
Ж <sub>3</sub>	Заброшенный сад с посадками сливы, алычи и разнотравьем: бодяк, золотарник, вьюнок	Дерново-глеевая легкосуглинистая окультуренная
Ж <sub>4</sub>	Парковая зона с преобладанием луговика, пырея, крапивы, лапчатки и единичными посадками клена, тополя, ольхи	Дерново-глеевая среднесуглинистая
Ж <sub>5</sub>	Газон вдоль автомобильной дороги с преобладанием крапивы, лютика, будры, подорожника, мятлика и единичным экземпляром липы	Бурая лесная антропогенно-измененная легкосуглинистая
О <sub>1</sub>	Придомовая территория с посадками дуба, тополя, клена, черемухи и газоном с преобладанием пырея, мятлика и яснотки	Урбиквазизем глееватый супесчаный
О <sub>2</sub>	Заброшенный яблоневый сад с единичной посадкой липы и газоном с преобладанием золотарника, сныти, щавеля, пырея	Дерново-слабоподзолистая окультуренная (агродерново-подзолистая) иллювиально-железистая легкосуглинистая на древнеаллювиальных супесях
О <sub>3</sub>	Парковая зона с посадками граба, липы, клена и травянистым покровом с преобладанием сныти, гравилата и бора	Урбиквазизем (технозем) супесчаный на моренных легких суглинках
О <sub>4</sub>	Парковая зона с посадками дуба, бука, клена, вяза и газоном с преобладанием клевера и мятлика	Урбанозем супесчаный
О <sub>5</sub>	Обочина автомобильной дороги с посадками березы, клена, осины, облепихи, сирени и разнотравьем с преобладанием щавеля, золотарника и тысячелистника	Урбанозем супесчаный



Продолжение табл.

Участок	Урбоэкосистема	Тип почвы
К <sub>1</sub>	Придомовая территория с посадками сливы, липы, бузины и разнотравьем с преобладанием тысячелистника, крапивы, сныти и одуванчика	Урбиквазизем (урбанозем) среднесуглинистый
К <sub>2</sub>	Газон вдоль автомобильной дороги с преобладанием щавеля, клевера, одуванчика и пырея с единичной посадкой ясеня	Урбиквазизем (урбанозем) глееватый среднесуглинистый
К <sub>3</sub>	Газон с преобладанием мятлика, сныти, подорожника и посадками преимущественно каштана, березы и клена	Урбанозем супесчаный
К <sub>4</sub>	Придомовая территория с посадками клена, березы, каштана и разнотравьем с преобладанием клевера, лядвенца, бодяка, одуванчика	Урбанозем супесчаный
К <sub>5</sub>	Газон вдоль автомобильной дороги с преобладанием одуванчика, мятлика, щавеля и единичной посадкой ясеня	Урбанозем среднесуглинистый
Ф <sub>1</sub>	Северо-западный склон насыпи автомагистрали с рядовыми посадками тополя и травянистым покровом из пырея, одуванчика и полыни	Урбиквазизем (урбанозем) супесчаный
Ф <sub>2</sub>	Газон вдоль автомобильной дороги с преобладанием одуванчика, лотика, мятлика, луговика и с единичными посадками сливы, липы и сирени	Урбиквазизем (урбанозем) среднесуглинистый
Ф <sub>3</sub>	Придомовая территория с посадками клена, яблонь, снежноягодника и травянистым покровом с преобладанием ежи, плевела, люпина, сныти и крапивы	Урбанозем легкосуглинистый
Ф <sub>4</sub>	Газон с преобладанием тысячелистника, клевера, пижмы, подорожника, плевела и ежи	Урбанозем супесчаный
Ф <sub>5</sub>	Парковая зона с посадками дуба, клена и ясеня	Технозем легкосуглинистый
С <sub>1</sub>	Газон у автомобильной дороги с преобладанием полыни, подорожника, подмаренника, вьюнка и посадками рябины и форзиции	Урбиквазизем глеевый супесчаный
С <sub>2</sub>	Газон у автомобильной дороги с преобладанием мятлика, подорожника, вьюнка, тысячелистника, полыни и единичными посадками боярышника и чубушника	Урбиквазизем (технозем) легкосуглинистый



Участок	Урбоэкосистема	Тип почвы
С <sub>3</sub>	Придомовая территория с рядовыми посадками рябины, липы и травянистым покровом с преобладанием лапчатки, одуванчика, полыни, крапивы и тысячелистника	Урбиквазимем (урбанозем) среднесуглинистый
С <sub>4</sub>	Придомовая территория с единичными посадками ясеня и газоном с преобладанием подорожника, клевера, мятлика, овсяницы	Урбанозем супесчаный
С <sub>5</sub>	Придомовая территория с плодовыми деревьями (яблоня, алыча, слива, вишня) и травянистым покровом с преобладанием сныти, тысячелистника, крапивы и пырея	Урбанозем супесчаный

Реакция почвенной среды урбанизированных экосистем в основном слабощелочная (рис. 2). Только семь участков имеют нейтральную реакцию среды, находящуюся в пределах от 6,1 до 7,1 (З<sub>1</sub>, Ж<sub>4</sub>, К<sub>1</sub>, Ф<sub>2</sub>, Ф<sub>4</sub>, С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub>), три тестовых участка – щелочную: рН 7,55; 7,69 и 7,82 (К<sub>4</sub>, Ф<sub>5</sub> и С<sub>3</sub>). Подщелачивание городских почв – процесс, относящийся к числу общих закономерностей урбанизации, – происходит в результате оседания известковой пыли. Следствием этого стало увеличение численности щелочелюбивых организмов (азотобактер, актиномицеты, некоторые бациллы) [10]. Что касается влажности почвогрунтов изученных урбанизированных экосистем, то этот показатель летом 2010 г. изменялся от 1,6 % (тестовый участок З<sub>2</sub>) на дерново-подзолистой иллювиально-железистой супесчаной почве, подстилаемой древнеаллювиальными песками, до 28,21 % на легкосуглинистом урбиквазиме (техноземе) (тестовый участок С<sub>2</sub>).

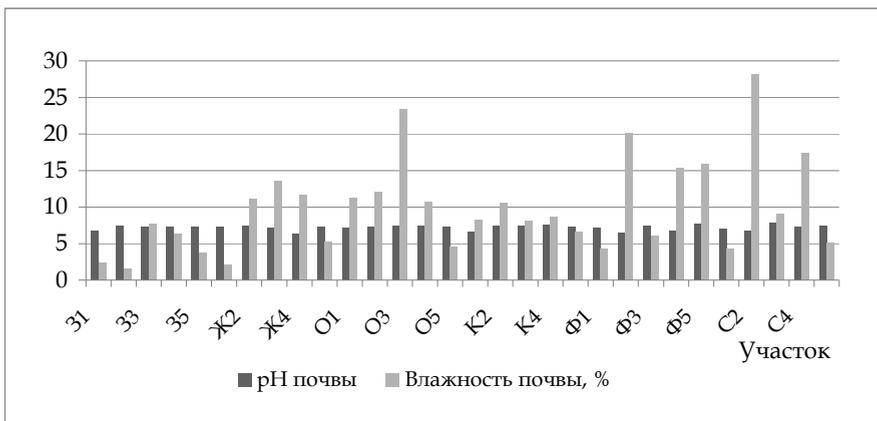


Рис. 2. Влажность почвогрунтов (% от сухого веса) и рН почвенной среды на тестовых участках летом 2010 г.



Другими важными показателями, влияющими на микроклимат урбозкосистемы, являются освещенность, относительная влажность и температура почвы. В городских экосистемах на открытых пространствах освещенность изменялась от 1477 Лк на участке О<sub>2</sub> до 44160 Лк на участке Ф<sub>4</sub>. Под растениями эти показатели варьировались от 95 Лк на участке О<sub>3</sub> до 16380 Лк на участке З<sub>1</sub> (рис. 3).



Рис. 3. Уровень освещенности на тестовых участках летом 2010 г.

На момент отбора проб относительная влажность воздуха в урбанизированных экосистемах на открытых пространствах коррелировала с относительной влажностью воздуха, полученной на метеостанции в городе [13]. Под кронами деревьев или под ковром травянистых растений относительная влажность была несколько выше, чем на открытых пространствах, причем в урбанизированных экосистемах на тестовых участках О<sub>4</sub>, О<sub>5</sub>, Ф<sub>3</sub> эта разница была более существенна, в 1,3–1,6 раза (рис. 4).

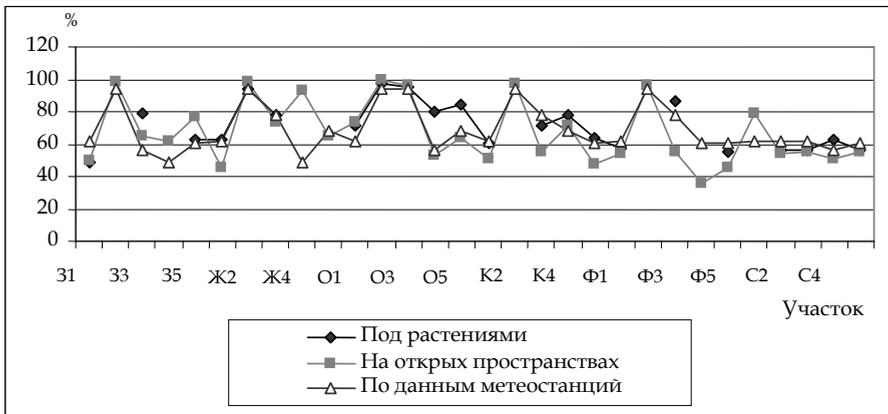


Рис. 4. Относительная влажность воздуха на тестовых участках летом 2010 г.



Что касается температуры поверхности почвы, то на открытых пространствах в урбанизированных экосистемах вследствие их лучшего прогрева прямыми лучами солнца она была выше, чем температура воздуха, а температура почвы под ковром травянистых и кронами древесных растений практически совпадала с температурой воздуха (рис. 5).



Рис. 5. Температура поверхности почвы на тестовых участках летом 2010 г.

В результате проведенных исследований было установлено, что урбозкосистемы Калининграда представлены в основном полукультурными, культурными и декоративными насаждениями на антропогенно-трансформированной почве с невысокой влажностью и рН, сдвинутой в сторону щелочной реакции. Показатели освещенности, температуры поверхности почвы и относительной влажности воздуха в урбанизированных экосистемах были различны, что скорее всего связано с различием в видовом разнообразии растений и структуре насаждений, а также с погодными условиями и временем измерения, что необходимо учитывать при проведении микробиологического мониторинга почвогрунтов.

#### Список литературы

1. Дедков В.П., Куркина М.В. Актуальные проблемы изучения микрофлоры почв города Калининграда // Вестник Российского государственного университета им. И. Канта. 2009. Вып. 7. С. 77–83.
2. Дедков В.П., Куркина М.В., Лукина А.И. и др. Новые данные о микрофлоре почв Калининграда // Проблемы озеленения крупных городов: материалы XII Международной научно-практической конференции / науч. ред. Х.Г. Якубов. М., 2009. С. 155–158.
3. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. М., 2005.
4. Карта комплексной оценки состояния окружающей среды города Калининграда // Экологический атлас г. Калининграда. Калининград, 1999.
5. Куркина М.В., Дедков В.П. Исследование микрофлоры почв города Калининграда летом 2008 года // Природный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России: сборник статей VII Международной научно-практической конференции. Пенза, 2009. С. 74–77.
6. Куркина М.В., Дедков В.П. Экологический анализ почвогрунтов города Калининграда // Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов: материалы Второго международного экологического конгресса (Четвертая международная научно-техническая конференция). Тольятти, 2009. С. 315–321.



7. Куркина М. В., Родимова А. А., Дедков В. П. Сезонная динамика актиномицетов почв зеленых зон города Калининграда // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2011. Вып. 7. С. 8–16.

8. Куркина М. В., Родимова А. А. Групповой состав актиномицетов почвогрунтов зеленых зон города Калининграда // ELPIT 2011. Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов : сборник трудов III Международного экологического конгресса (V Международной научно-технической конференции), научный симпозиум «Экологический мониторинг промышленно-транспортных комплексов», 21–25 сентября 2011 года, Тольятти – Самара, Россия. Тольятти, 2011. Т. 4. С. 163–168.

9. Мосина Л. В. Антропогенное изменение лесных экосистем в условиях мегаполиса Москва : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2003.

10. Почва, город, экология / под общ. ред. Г. В. Добровольского. М., 1997.

11. Просьянников Е. В. Закономерности развития природных и антропогенно-трансформированных экосистем Брянской области, пострадавших от глобальной аварии на Чернобыльской АЭС. Брянск, 2002. URL: <http://www.bgsha.com/ru/education/library/fulltext/ecolog/Framset.htm> (дата обращения: 18.04.2012).

12. Экология микроорганизмов. URL: <http://www.ssmu.ru/ofice/f4/micro/guide/Content/ecology/Eco1.html> (дата обращения: 18.04.2012).

13. Архив погоды в Калининграде – история погоды в Калининграде. URL: <http://pogoda.mail.ru/archive.html?city=697&date=2010> (дата обращения: 18.04.2012).

#### Об авторах

Марина Викторовна Куркина — канд. биол. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.

E-mail: MKurkina@kantiana.ru

Виктор Павлович Дедков — д-р биол. наук, проф., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.

E-mail: VDedkov@kantiana.ru

Антон Сергеевич Уманский — канд. биол. наук, ассист., Калининградский государственный технический университет.

E-mail: uman\_82@front.ru

Алеся Сергеевна Титович — асп., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.

E-mail: titovich.al@yandex.ru

Светлана Михайловна Никитина — д-р биол. наук, проф., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.

E-mail: swetmih@gmail.com

#### About authors

Dr Marina Kurkina, Associate Professor, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: MKurkina@kantiana.ru

Prof. Victor Dedkov, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: VDedkov@kantiana.ru

Dr Anton Umansky, Assistant Professor, Kaliningrad State Technical University.

E-mail: uman\_82@front.ru

Alesya Titovich, PhD student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: titovich.al@yandex.ru

Prof. Svetlana Nikitina, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: swetmih@gmail.com