

УДК 614.771

**М. В. Куркина, А. С. Ващейкин
В. П. Дедков, А. Г. Краснощёров**

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГРУПП МИКРООРГАНИЗМОВ
В ЕСТЕСТВЕННЫХ И АНТРОПОГЕННО ИЗМЕНЕННЫХ
БУРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ КАЛИНИНГРАДСКОГО ПОЛУОСТРОВА**

8

Исследовано количественное содержание некоторых групп микроорганизмов в бурых лесных почвах естественных и урбанизированных экосистем Калининградского полуострова. Анализ микрофлоры проводили весной, летом и осенью 2012 года. Представлены усредненные за год данные по каждому ключевому участку. Показано, что антропогенно измененные экосистемы характеризуются более высоким содержанием аммонифицирующих микроорганизмов и актиномицетов по сравнению с естественными. Количественное содержание микромицетов в агрофитоценозе и ельнике буково-кисличном ниже, чем в почвах урбанизированных экосистем.

This article focuses on the numerical concentration of certain groups of microorganisms in the brown forest soils of natural and urbanised ecosystems of the Kaliningrad Peninsula. An analysis of the microflora was performed in spring, summer, and autumn 2012. This paper presents the average annual data for each key area. It is shown that human-altered ecosystems are characterized by a higher than natural concentration of ammonifying microorganisms and actinomycetes. The numerical concentration of micromycetes in agrofitocenosis and beech-sorrel spruce forests is lower than in the soils of urban ecosystems.

Ключевые слова: Калининградский полуостров, естественные экосистемы, антропогенно измененные экосистемы, почва, микрофлора.

Key words: Kaliningrad Peninsula, natural ecosystems, human-altered ecosystems, soil microflora.

В современном мире, где антропогенное воздействие на окружающую среду постоянно возрастает, контроль над качеством естественных и антропогенно измененных экосистем имеет большое значение. Пристального внимания требует состояние почвы как компонента экосистемы, наиболее подверженного антропогенному воздействию из-за способности аккумулировать токсичные соединения [1; 7; 8].

Почвы Калининградской области относятся к суббореальному лесному почвенному сектору, находящемуся в двух почвенных провинциях: северо-восточной с преобладанием подзолистых почв и юго-западной, в которой наиболее часто встречаются буроземные почвы. Несмотря на это, и в первой, и во второй провинциях нередко можно



встретить почвы подзолистого и буроземного типов. Свой вклад в формирование почв наряду с климатом, растительностью, особенностями рельефа вносит длительная хозяйственная деятельность. Весь комплекс действующих факторов влияет на образование определенного типа почв [9]. В связи с этим контроль над плодородием бурых почв имеет большое значение, поскольку они наиболее ценны для сельскохозяйственного производства.

Одним из важных показателей качества почвы является состояние ее микрофлоры. Микроорганизмы, благодаря своему обилию и разнообразию выполняемых ими функций, остро реагируют на изменения в среде обитания, что позволяет использовать их в качестве индикаторов состояния окружающей среды [11]. Состав почвенной микрофлоры очень разнообразен: азотфиксирующие и аммонифицирующие бактерии, микромицеты, актиномицеты, почвенные водоросли, бактерии участвующие в круговороте таких микроэлементов, как железо, фосфор, сера и др. [2].

С целью определить влияние антропогенного воздействия на микроорганизмы в бурых лесных почвах Калининградского полуострова было заложено пять ключевых участков: 1 – ельник буково-кисличный в естественной экосистеме – контрольный для участков, находящихся в антропогенно измененных условиях; 2 – агрофитоценоз, засеянный озимой рожью; 3–5 – участки, расположенные в черте города Калининграда. На всех пяти участках один тип почв – бурая лесная легкосуглинистая [3; 4]. Месторасположение и характеристика исследуемых участков представлены в таблице.

Характеристика ключевых участков

Участок	Координаты	Тип почвы	Краткое описание
1	N54°56.383', E020°27.481' – окрестности пос. Клиновка	Бурая лесная легкосуглинистая	Елово-буково-кисличный лес, подлесок: лещина, ясень, подрост бука
2	N54°52.230', E020°29.327' – окрестности пос. Мельниково	Бурая лесная легкосуглинистая	Агрофитоценоз: посеvy озимой ржи, засоренные горошком, ромашкой
3	N54°40.629', E020°36.888' – Калининград, пос. Борисово, территория автодрома	Бурая лесная легкосуглинистая	Разнотравный луг с преобладанием пижмы, полыни, донника и единичными посадками акации
4	N54°43.356', E020°25.094' – Калининград, район улиц Б. Окружной и Тенистой аллеи	Бурая лесная легкосуглинистая	Газон вдоль автомобильной дороги с преобладанием ежи, золотарника и ежевики
5	N54°40.551', E020°37.295' – Калининград, пос. Борисово, ул. Емельянова	Бурая лесная легкосуглинистая	Газон вдоль автомобильной дороги с преобладанием крапивы, лютика, будры, подорожника, мятлика и единичным экземпляром липы



Сбор почвенных образцов для микробиологического анализа осуществляли весной, летом и осенью 2012 г. Пробы отбирали по принципу конверта с соблюдением стерильности с глубины 10 см согласно методике [10]. Посев микроорганизмов исследуемых групп выполняли глубинным способом из различных разведений почвенной суспензии на следующие питательные среды: среда Чапека для выращивания микромицетов, мясопептонный агар (МПА) для выделения аммонифицирующих микроорганизмов и крахмало-аммиачный агар (КАА) для актиномицетов. Посевы помещали в термостат при температуре 28°C. Подсчет микромицетов производили на третьи сутки с момента посева, аммонификаторов – на пятые, актиномицетов – на двенадцатые. Количество микроорганизмов рассчитывали в колониеобразующих единицах (КОЕ) на грамм абсолютно сухой почвы. Полученные данные обработаны статистически и представлены в виде средних арифметических значений за год отдельно по каждому участку.

Важная роль в процессах почвообразования играют аммонифицирующие микроорганизмы, которые осуществляют разложение азотсодержащих органических соединений, что способствует очищению почвы от органического субстрата и обогащению почвы азотом [6].

Проведенные исследования показали, что содержание аммонифицирующих микроорганизмов в бурых лесных почвах варьирует в значительных пределах. Наименьшее количество аммонификаторов было отмечено в ельнике буково-кисличном, являющемся в нашей работе контрольным для антропогенно измененных почв, – 221 455 КОЕ/г почвы. Максимальное значение КОЕ выявлено на разнотравном лугу с преобладанием пижмы, полыни, донника и единичными посадками акации (участок 3), где уровень аммонифицирующих микроорганизмов приближался к 800 тыс. КОЕ/г, что в 4 раза больше, чем в контроле. На втором и пятом участках аммонификаторов было несколько меньше, чем на третьем, – 579 632 и 469 350 КОЕ/г соответственно. На четвертом участке (газон вдоль автомобильной дороги с доминированием ежи, золотарника и посадками ежевики) содержание исследуемой группы микроорганизмов приближалось к значению контрольного участка (рис. 1).

Одной из главных структурных и функциональных составляющих экосистемы являются сообщества микромицетов. Они участвуют в регуляции почвообразовательных процессов, структурированности, кислотности, активности почвенной биоты, в связи с чем используются в экологической оценке почвогрунтов [11].

Определение содержания микромицетов на исследуемых участках показало, что их минимальным количеством характеризуются ельник буково-кисличный и агрофитоценоз (участки 1 и 2) – 2508 и 2226 КОЕ/г соответственно. В городских экосистемах уровень микромицетов был выше, чем в контроле, и варьировал от 3275 (участок 4) до 13 734 КОЕ/г (участок 5) (рис. 2). Следовательно, количество микромицетов в городских почвах больше в 1,5–6 раз, чем агрофитоценозе и ельнике буково-кисличном.

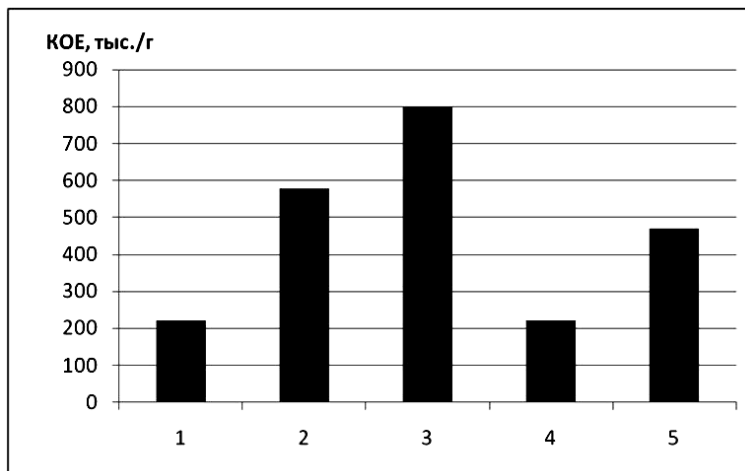


Рис. 1. Содержание аммонифицирующих микроорганизмов в бурых лесных почвах Калининградского полуострова:

1 – ельник буково-кисличный; 2 – агрофитоценоз; 3 – разнотравный луг в черте города; 4 и 5 – газоны вдоль автомобильных дорог

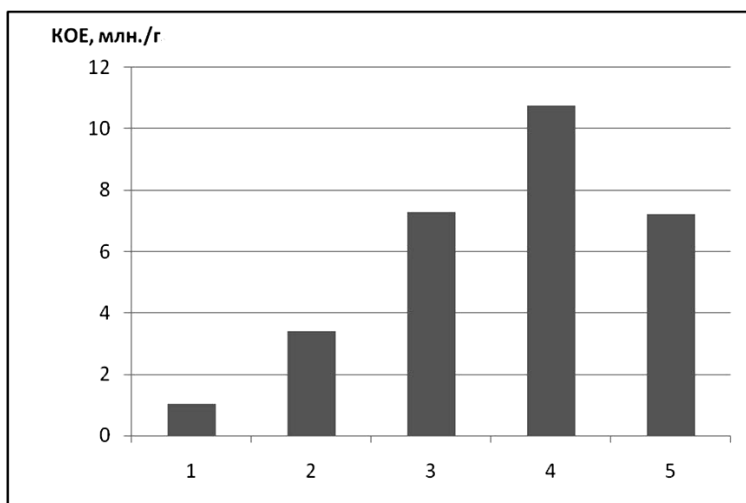


Рис. 2. Содержание микромицетов в бурых лесных почвах Калининградского полуострова:

1 – ельник буково-кисличный; 2 – агрофитоценоз; 3 – разнотравный луг в черте города; 4 и 5 – газоны вдоль автомобильных дорог

Неотъемлемой частью микробного сообщества почвы являются актиномицеты, которые принимают участие в малом биологическом круговороте веществ, где разлагают сложные субстраты, недоступные другим микроорганизмам. Почвы Калининграда в количественном отношении насыщены актиномицетами, содержание которых зависит от сезона года, типа почвы и pH среды [5].



В бурых лесных почвах актиномицеты преобладают над микромицетами и аммонифицирующими микроорганизмами, а их количество в агрофитоценозе и городских почвах в разы больше, чем в контроле (рис. 3).

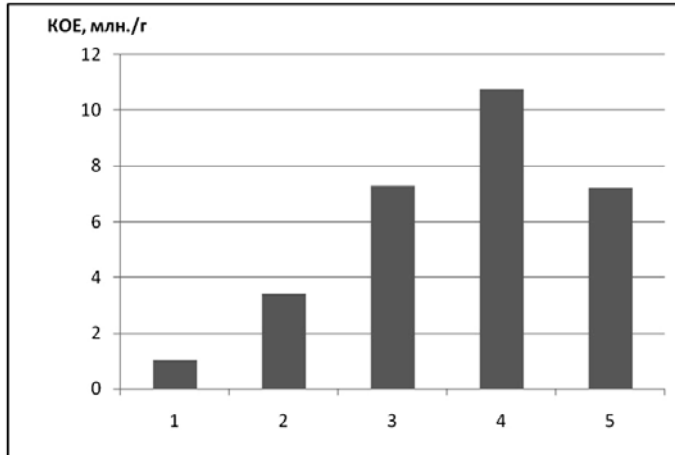


Рис. 3. Содержание актиномицетов в бурых лесных почвах Калининградского полуострова:

1 – ельник буково-кисличный; 2 – агрофитоценоз; 3 – разнотравный луг в черте города; 4 и 5 – газоны вдоль автомобильных дорог

Проведенное исследование позволило установить, что в слабоизмененных хозяйственной деятельностью бурых лесных легкосуглинистых почвах под елово-буково-кисличным фитоценозом число аммонифицирующих микроорганизмов достигает 221 тыс. КОЕ/г, микромицетов – в 88 раз меньше (2508 КОЕ/г), а актиномицетов – в 406 раз больше. Вероятно, это свидетельствует о том, что при нормальном ходе почвообразовательного процесса эти важные для почв группы микроорганизмов находятся в оптимальном соотношении, характеризующем стабильное состояние экосистемы.

В то же время количество аммонифицирующих бактерий, которые осуществляют работу по разложению белковых веществ под действием протеолитических ферментов, выделяемых микроорганизмами в окружающую среду, на разнотравном лугу в городской черте и в почвах агрофитоценоза превышают контроль в 3–4 раза, что, вероятно, связано с большим поступлением органики при формировании луговых сообществ и сельскохозяйственном производстве. В условиях города на газонах вдоль автомобильных дорог различия в количестве аммонифицирующих микроорганизмов, по сравнению с контролем, меньше. Некоторое увеличение аммонифицирующих микроорганизмов на пятом участке, возможно, обусловлено более высоким поступлением органических веществ, по сравнению с контролем, из-за выпаса домашних животных.



Количество микромицетов на первом втором и четвертом участках различалось незначительно, и только на третьем и пятом — их доля значительно возросла. Скорее всего, увеличение микромицетов в этом случае — это ответная защитная реакция почвенной микрофлоры на поступление загрязняющих веществ в городские экосистемы.

Резкое возрастание количества актиномицетов, активных участников малого биологического круговорота веществ, вероятно, сигнализирует об отклонениях в нормальном ходе естественных почвообразовательных процессов в условиях города и является защитной реакцией почвы на стрессовую ситуацию, обусловленную антропогенным загрязнением, особенно воздействием выхлопных газов автотранспорта, поскольку все участки так или иначе находятся вблизи автомобильных дорог с высоким потоком машин. Именно актиномицеты, будучи неотъемлемой частью микробного сообщества почвы, участвуют в синтезе и разложении гумусовых веществ, в продуцировании антибиотических веществ и поддержании баланса азота в почве. Обладая мощным ферментативным аппаратом, актиномицеты могут разлагать различные вещества, недоступные другим микроорганизмам.

Таким образом, результаты проведенного исследования показали, что количество аммонифицирующих микроорганизмов и актиномицетов в почвах антропогенно измененных экосистем Калининградского полуострова гораздо выше, чем в естественной экосистеме, а содержание микромицетов в агрофитоценозе и ельнике буково-кисличном ниже, чем в почвах урбанизированных экосистем.

Список литературы

1. Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы. М., 2003.
2. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. М., 2005.
3. Куркина М.В., Дедков В.П. Экологическая характеристика тестовых участков для микробиологического мониторинга почвогрунтов Калининграда // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2012. Вып. 7. С. 8–16.
4. Куркина М.В., Дедков В.П., Уманский А.С. Микрофлора почвогрунтов растительных сообществ южной Прибалтики // Экологические проблемы природных и урбанизированных территорий : матер. IV Междунар. науч.-практ. конф. Астрахань, 2011. С. 49–56.
5. Куркина М.В., Родимова А.А., Дедков В.П. Сезонная динамика актиномицетов почв зеленых зон Калининграда // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2011. Вып. 7. С. 8–16.
6. Куркина М.В., Дедков В.П., Климова Н.Б. и др. Новые данные о некоторых группах микроорганизмов в почвах города Калининграда // Вестник Российского государственного университета им. И. Канта. 2009. Вып. 7. С. 90–98.
7. Мотузова Г.В., Безуглова О.С. Экологический мониторинг почв. М., 2007.
8. Майстренко В.Н., Хамитов Р.З., Будников Г.К. Эколого-аналитический мониторинг супертоксикантов. М., 1996.
9. Почвы Калининградской области. URL: <http://umeda.ru/soils> (дата обращения: 28.03.2013).



10. *Теннер Е. З., Шильникова В. К., Переверзева Г. И.* Практикум по микробиологии. М., 2004.

11. *Терехова В. А.* Микромитеты в экологической оценке водных и наземных экосистем. М., 2007.

Об авторах

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

E-mail: MKurkina@kantiana.ru

Алексей Сергеевич Ващейкин — асп., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.

E-mail: W.alexei1990@mail.ru

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

E-mail: VDedkov@kantiana.ru

Андрей Геннадьевич Краснопёров — д-р с.-х. наук, зам. директора по научной работе Калининградский НИИСХ Россельхозакадемии.

E-mail: akras_01@rambler.ru

About the authors

Dr Marina Kurkina, Ass. Prof., Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: MKurkina@kantiana.ru

Alexei Vashcheikin, PhD student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: W.alexei1990@mail.ru

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

E-mail: VDedkov@kantiana.ru

Prof. Andrei Krasnoperov, Deputy Director for Research, Kaliningrad Research Institute for Agriculture, Russian Academy of Agricultural Sciences.

E-mail: akras_01@rambler.ru