

ISSN 1561-1124

МАТЕРИАЛЫ
ПО
ИЗУЧЕНИЮ РУССКИХ ПОЧВ

ВЫПУСК 8 (35)



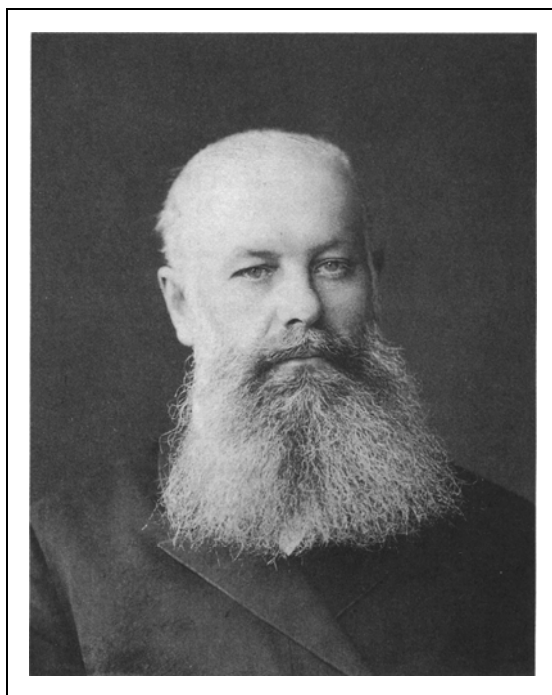
Издательство Санкт-Петербургского университета
2014

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ПОЧВОВЕДЕНИЯ И ЭКОЛОГИИ ПОЧВ
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ МУЗЕЙ ПОЧВОВЕДЕНИЯ ИМ. В.В.ДОКУЧАЕВА

МАТЕРИАЛЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ РУССКИХ ПОЧВ

ВЫПУСК 8 (35)

Издание основано в 1885 г.
А.В. Советовым и В.В. Докучаевым



Издательство С.-Петербургского университета
2014

УДК 631.4
ББК 40.3
М34

Редакционная коллегия: *Б.Ф. Апарин (председатель), Г.А.Касаткина,
Н.Н. Матинян, О.В.Романов, А.Г. Рюмин, Е.Ю. Сухачева, Н.Н. Федорова, С.Н. Чуков*

*Печатается по постановлению
Ученого совета Института наук о Земле
Санкт-Петербургского государственного университета*

Материалы по изучению русских почв. Вып. 8 (35): Сб. науч. докл. / Под ред.
М34 Б.Ф. Апарина.– СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2014. – 336 с.

В очередном, восьмом, выпуске «Материалы по изучению русских почв» (вып. 7 (34) вышел в 2012 г.) представлены доклады участников Международной научно-практической конференции «Проблемы популяризации научных достижений почвоведения XXI века», посвященной 110-летию Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева, XVI Докучаевских молодежных чтений «Законы почвоведения: новые вызовы» (2013 г., СПб) и XVII Докучаевские молодежные чтения «Новые вехи в развитии почвоведения: современные технологии как средства познания» (2014 г., СПб).

Материалы посвящены широкому кругу проблем почвоведения: генезису, географии, экологии, охране, плодородию почв, рациональному использованию природных ресурсов, пропаганде достижений почвоведения среди широких слоев населения.

Работы представляют интерес для студентов и ученых, работающих в области наук о Земле, экологии, агрохимии, биологии и сельского хозяйства.

ББК 40.3

Материалы опубликованы при поддержке
Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева,
Фонда сохранения и развития научного наследия В.В. Докучаева

© Институт наук о Земле
СПбГУ, 2014
© Центральный
музей почвоведения
им. В.В. Докучаева, 2014
© Авторы, 2014

Международная научно-практическая конференция
«Проблемы популяризации научных достижений почвоведения XXI века»,
посвященная 110-летию Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева
26–29 мая, 2014 г.

В 2014 году исполняется 110 лет Центральному музею почвоведения им. В.В. Докучаева. Музей был учрежден в 1902 году Императорским Вольным экономическим обществом (ВЭО), а его официальное открытие состоялось в ноябре 1904г. Первый в Море специальный музей почвоведения был создан на базе почвенной коллекции В.В. Докучаева, хранившейся на кафедре минералогии СПбГУ. Первым заведующим музея был Отоцкий Павел Владимирович.

По замыслу Докучаева музей, с одной стороны, должен быть научно-исследовательским учреждением, снаряжать экспедиции, исследовать собранный материал, составлять карты, а с другой – популяризировать знание о почве среди населения. К сожалению, в современном почвоведении уделяется недостаточно внимания к пропаганде достижений науки, популярному изложению современных представлений о месте и роли почвы в экосистеме и ее значению в обеспечении качества жизни человека.

Цель юбилейной конференции состояла в обсуждении методов, способов, направлений и форм популяризации знаний о почвах, обмен опытом в области научно-просветительской деятельности и пропаганде почвоведения среди школьников и студентов.

Оргкомитет конференции был сформирован из сотрудников музея и кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ:

Апарин Б.Ф., директор Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева, зав. кафедрой почвоведения и экологии почв СПбГУ, вице-президент Общества почвоведов им. В.В. Докучаева, д.с.-х.н., профессор

Сухачева Е.Ю., зам. директора ЦМП им. В.В. Докучаева, доцент каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ

Мингареева Е.В., ученый секретарь ЦМП им. В.В. Докучаева

Лазарева М.А., младший научный сотрудник. ГНУ ЦМП им. В.В. Докучаева

Матинян Н.Н., проф. каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ

Рюмин А.Г., ассистент каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ

Чигалейчик Е.Д., старший научный сотрудник ЦМП им. В.В. Докучаева

Щеглова К.Е., магистрант каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ

На приглашение участвовать в конференции откликнулись ученые, преподаватели ВУЗов, сотрудники музеев, студенты, аспиранты и молодые ученые. Заявки на участие в конференции поступили из разных регионов (Алтай, Кабардино-Балкария, Татарстан, Хакасия, Якутия) и городов (Москва, Санкт-Петербург, Ростов-на-Дону, Барнаул, Петрозаводск, Пермь, Ставрополь, Кемерово, Пущино, Воронеж) России, а также из зарубежных стран (Азербайджан, Германия, Турция, Украина, Узбекистан).

Научная программа конференции включала обсуждение проблем популяризации научных достижений в почвоведении на 4 круглых столах:

– «Инновации и технологии в пропаганде научных достижений». Модератор д.б.н., профессор Безуглова О.С. (Ростов-на-Дону).

– «Популяризация знаний о почвах в музее». Модератор главный н.с., д.б.н., д.г.с. Никитин Е.Д. (Москва).

– «Почвоведение в школу». Модератор Самофалова И.А. к.с.-х.н., доцент (Пермь).

– «Научно-методические вопросы почвоведения». Модератор д.с.-х.н., проф. Матинян Н.Н (СПб).

Одно из заседаний было посвящено знакомству с опытом Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева в области популяризации знаний о почвах.

Б.Ф. Апарин, Е.В. Мингареева

XVI Докучаевские молодежные чтения

XVI Докучаевские молодежные чтения «Законы почвоведения: новые вызовы» были проведены в Санкт-Петербургском государственном университете на кафедре почвоведения и экологии почв и в ГНУ Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии. Чтения традиционно были приурочены ко дню рождения выдающегося естествоиспытателя В.В. Докучаева. Научная конференция была посвящена обсуждению законов естествознания и почвоведения и их применению в современных научных исследованиях молодых ученых.

Тему конференции предложили студенты и магистранты - члены оргкомитета. Заявки на конференцию поступили из различных регионов России, в том числе, из городов: Казани, Краснодара, Ростова-на-Дону, Сыктывкара, Калуги, Волгограда, Перми, Белгорода, Москвы и др., а также с Украины, республики Беларусь, Казахстана, Молдовы, Ирана.

Докучаевские молодежные чтения на базе СПбГУ и ГНУ ЦМП им. В.В. Докучаева проводятся ежегодно с 1997 г. и стали самой популярной школой научного общения студентов и молодых почвоведов ВУЗов и НИИ различных регионов России и стран ближнего зарубежья. Особенностью Чтений является то, что подготовка и проведение конференции осуществляются самими студентами.

XVI Докучаевские молодежные чтения были посвящены юбилейной дате выхода в свет книги «Русский чернозем» В.В. Докучаева.

Открытие конференции состоялось 4 марта 2013 года в Актовом зале Санкт-Петербургского государственного университета. С приветственными словами к молодым юношам и девушкам обратились проректор по обеспечению реализации образовательных программ и осуществления научных исследований по направлениям биология, география, геоэкология и почвоведение СПбГУ А.А. Заварзин. Он пожелал участникам конференции удачных выступлений и успешной научной карьеры в будущем. Кроме того, с приветственным словом выступил академик-секретарь отделения земледелия Россельхозакадемии А.А. Завалин. Он отметил, что развитие образования в области экологии почв должно работать на будущее. Человечеству ещё не раз предстоит столкнуться с проблемами, вызванными непониманием значения почвы – этого уникального природного создания, особого ресурса, который находится в центре всех природных сфер.

Пленарное заседание открыл заведующий кафедрой почвоведения и экологии почв СПбГУ, директор ГНУ Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, профессор Б.Ф. Апарин докладом «Законы естествознания В.В. Докучаева», определившим направления научной работы XVI Докучаевских чтений. На пленарном заседании были представлены работы молодых ученых, предварительно отобранные оргкомитетом:

1. *Кубик О.С.*, молодой специалист ИБ Коми НЦ УрО РАН (Сыктывкар). «Исследование состава водорастворимых низкомолекулярных органических кислот почв»;
2. *Пономарев С.Ю.*, молодой специалист ИПА СО РАН (Новосибирск). «Морфологические признаки плейстоценовых палеопочв Барнаульского Приобья»;
3. *Кириллова В.А.*, аспирант МГУ (Москва). «Агроэкологическая оценка земель центральных губерний по почвенной карте Европейской России 1900 г.»;
4. *Жангуров Е.В.*, Дубровский Ю.А., м.н.с. ИБ Коми НЦ УрО РАН (Сыктывкар). «Морфолого-генетические особенности почв горных лугов хребта Мань-Хамбо (Северный Урал)»;
5. *Шоркунов И.Г.*, аспирант Института географии РАН (Москва). «Иерархическое морфолого-аналитическое исследование – метод детального дешифрирования памяти почв и осадков: возможности, перспективы, вызовы докучаевскому почвоведению».

Пленарные доклады были выбраны членами редколлегии и оргкомитетом перед проведением конференции.

Важным событием для участников конференции было посещение Смоленского кладбища и возложение цветов на могилы основателя науки о почве В.В. Докучаева, его супруги Анны Егоровны и ее матери А.И. Синклер. В музее почвоведения им. В.В. Докучаева состоялись презентации инновационного научно-образовательного комплекса, выполненного в стиле Scienceart, «Шагреновая кожа планеты» и выставки «В.И. Вернадский. Ученик В.В. Докучаева. К 150-летию со дня рождения», а так же фотовыставки «Экология мегаполиса».

Девятый год на Докучаевских молодежных чтениях проводится заседание отдельной школьной секции. В 2013 году было заявлено 24 доклада практически только почвенной или агрохимической тематики. Помимо ребят из школ Санкт-Петербурга приехали школьники из Казани, Перми и Ярославской области. Всего в заседании школьной секции в 2013 году участвовало 50 человек: 35 школьников и 15 учителей. Был заслушан 21 доклад, курировали и проводили школьную секцию М.А. Надпорожская, сотрудник кафедры почвоведения и экологии почв Санкт-Петербургского университета, и Е.Ю. Максимова, ответственный секретарь конференции. Кроме того, на заседаниях школьной секции председательствовали магистрант географического факультета СПбГУ Ю.Р. Тимофеева и старший лаборант кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ Т.А. Пигарева. Все представленные школьные работы заслуживают высокой оценки. Кроме того, чрезвычайно важно то, что юные исследователи занимаются вопросами сохранения и оптимального использования природных ресурсов.

Всего на Докучаевских чтениях были заслушаны 83 доклада, в т.ч. 5 докладов на пленарном заседании и 21 доклад на школьной секции. В них рассматривались оригинальные результаты исследования строения, свойств и генезиса различных типов почв на основании законов почвоведения, изучения соотношения физических и химических свойств, особенностей органического вещества почв, вопросы реабилитации почв, а также оценка их агроэкологического потенциала. Отдельная секция была посвящена изучению городских почв и пространственно-временной динамике почвенного покрова. Доклады и научные дискуссии участников конференции показали возросший уровень научных исследований о почве и высокий инновационный потенциал представленных на конференции работ.

По результатам секционных заседаний на закрытии конференции 6 марта 2013 г. участниками, председателями и кураторами секций были отмечены самые интересные и информативные научные выступления, которые были рекомендованы к опубликованию в виде статей в периодическом издании СПбГУ «Материалы по изучению Русских почв» (вып. 8 (35)). Кроме того, все докладчики пленарного заседания, помимо почетного шанса выступить на открытии конференции перед всеми участниками, также были рекомендованы к представлению научных докладов для публикации в сборнике «Материалы по изучению русских почв».

Впервые в рамках Докучаевских Молодежных чтений, на совместном заседании кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ и участников конференции, 6 марта 2013 г. состоялась успешная защита участника конференции Романа Сергеевича Василевича (Институт биологии Коми НЦ УрО РАН (Сыктывкар) на соискание ученой степени кандидата биологических наук по теме «Молекулярный состав, свойства гуминовых кислот почв тундровой зоны северо-востока Европейской части России».

К началу конференции были изданы сборники материалов Докучаевских молодежных чтений и Выпуск №7 (34) издания СПбГУ «Материалы по изучению Русских почв», в который вошли лучшие научные работы по результатам XV Докучаевских молодежных чтений-2012.

Конференция была поддержана РФФИ, СПбГУ, ГНУ ЦМП им. В.В. Докучаева Рос-сельхозакадемии и АНО «Фонд сохранения и развития научного наследия В.В. Докучаева» и освещена в СМИ.

На закрытии конференции участники единогласно постановили:

Опубликовать лучшие доклады в виде статей в периодическом издании СПбГУ «Материалы по изучению Русских почв» выпуск 8 (35) и просить кафедру почвоведения и экологии почв СПбГУ организовать XVII Докучаевские молодежные чтения в 2014 году.

Е.Ю. Максимова, Е.Ю. Сухачева

XVII Докучаевские молодежные чтения

XVII Докучаевские молодежные чтения «Новые вехи в развитии почвоведения: современные технологии как средства познания» были проведены в Санкт-Петербургском государственном университете на кафедре почвоведения и экологии почв и в ГНУ Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева в 2014 году. Чтения традиционно приурочены ко дню рождения выдающегося естествоиспытателя В.В. Докучаева.

Научная конференция была посвящена обсуждению последних достижений науки и проблем почвоведения. Тема конференции была предложена студентами, членами оргкомитета. Заявки на конференцию (более 220 научных работ) поступили из различных регионов России, в том числе, из городов: Казани, Владивостока, Ростова-на-Дону, Сыктывкара, Новосибирска, Саратова, Воронежа, Иркутска, Томска, Перми, Грозного, Благовещенска, Таганрога, Хабаровска, Челябинска, Москвы, Санкт-Петербурга и др., а также из зарубежных стран – с Украины, Казахстана, Узбекистана, Ирана и Австрии.

К началу конференции был издан сборник тезисов Докучаевских чтений, программа конференции. Первый раз за все время проведения конференции были сделаны памятные значки, созданные в рамках конкурса «Я – почвовед!». Информация о конференции была размещена осенью 2013 года на сайтах кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ и главном сайте СПбГУ, сайте музея почвоведения им. В.В. Докучаева, позже на сайте института Наук о Земле СПбГУ. Конференция поддержана ГНУ ЦМП им. В.В. Докучаева и АНО «Фонд сохранения и развития научного наследия В.В. Докучаева».

Чтения прошли в строгом соответствии с программой. Открытие конференции состоялось 3 марта 2014 года в Актовом зале Санкт-Петербургского государственного университета. Пленарную сессию открыл директор Института наук о Земле СПбГУ, профессор С.В. Аплонов. С приветственными словами к молодым юношам и девушкам обратился председатель оргкомитета, заведующий кафедрой почвоведения и экологии почв СПбГУ, директор Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева, профессор Б.Ф. Апарин. Он отметил, что сейчас почвоведение находится на переломном этапе. Это объясняется возрастающим вниманием к роли почв в решении глобальных проблем современности. Накануне проведения XVII Докучаевских молодежных чтений Б.Ф. Апарин принял участие в заседании рабочей группы – 8, на которой обсуждали роль почвенных ресурсов в решении проблемы обеспечения продовольствием населения всего мира. Поэтому в своем докладе Борис Федорович отметил, что главная роль в обеспечении населения продовольствием принадлежит почвенным ресурсам, т.к. более 95% всего продовольствия человечество получает от почв. Сегодня все большее внимание государственных и общественных деятелей, ученых привлекает проблема дефицита продовольствия в мире, который будет расти в связи с ростом населения на планете, численность которого по прогнозам увеличится до 9 млрд. человек к 2050 году. По решению Генеральной Ассамблеи ООН 5 декабря принято считать Международным Днем почв, а 2015 г. – Всемирным годом почв.

Серию пленарных докладов открыло выступление заведующего лабораторией физики и гидрологии почв Почвенного института им. В.В. Докучаева, академика Международной академии информатизации, д.с-х.н. Скворцовой Е.Б. «Компьютерная микротомография в почвоведении». На пленарном заседании был также заслушан еще один заказной доклад – Akhavan Ghalibaf M. из университета г. Язд (Иран) «Land suitability evaluation in the northern province of Mazandaran, Iran; using agroecological adaptation systems».

Далее были заслушаны доклады молодых ученых:

- Мерзлякова Я.В., студент магистратуры, СПбГУ, СПб. «Применение метагеномных технологий в изучении микробиома чернозема»;
- Кубик О.С., аспирант ИБ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар. «Современные методы определения содержания углерода органических соединений в почвах»;
- Чепцов В.С., Воробьева Е.А., Соловьева О.А., Павлов А.К., Вдовина М.А., Ломасов В.Н., студент МГУ им. Ломоносова. «Почвы экстремальных местообитаний как астробиологические аналоги для моделирования инопланетных биосистем»;
- Визирская М.М., Епихина А.С., Мазиров И.М., Тихонова М.В., аспирант РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. «Анализ пространственно-временной изменчивости почвенных потоков парниковых газов представительных ландшафтов мегаполиса».

Пленарные доклады были выбраны членами редколлегии и оргкомитетом после рассмотрения всех присланных материалов, а докладчики получили право опубликовать свои доклады в периодическом издании СПбГУ «Материалы по изучению русских почв».

После пленарного заседания участники конференции отдали дань уважения В.В. Докучаеву – основателю науки о почве. На Смоленском кладбище прошла церемония возложения цветов на могилы Василия Васильевича Докучаева, его супруги Анны Егоровны и ее матери Александры Ивановны Синклер.

Затем в Центральном музее почвоведения им. В.В. Докучаева состоялась презентация выставки «100 лет научно-просветительской деятельности музея». Для участников конференции были проведены экскурсии по Музею: «Обзорная», «Подземное царство», «Шагреньевая кожа».

Одиннадцатый год на Докучаевских молодежных чтениях проводится заседание школьной секции. В 2014 году было заявлено 38 докладов. Помимо ребят из школ г. Санкт-Петербурга приехали школьники из городов: Казань, Пермь, Волгоград и Ярославской области. Всего в заседании школьной секции участвовало 68 человек: 49 школьников, 5 гостей и 19 учителей. Было заслушано 24 доклада.

4 и 5 марта на кафедре почвоведения и экологии почв СПбГУ прошли заседания на следующих секциях:

- Технологии, инновации и эксперименты в почвоведении – 12 докладов;
- Разнообразие почв России и их пространственно-временная динамика – 15 докладов;
- Теоретические вопросы почвоведения: генезис и эволюция, проблемы почвенных классификаций – 10 докладов;
- Плодородие почв как фундамент устойчивости агроэкосистем – 13 докладов;
- Деграция, оценка и охрана почвенных и земельных ресурсов – 33 доклада;
- Почвы урбанизированных ландшафтов – 8 докладов;

5 марта 2014 г. на кафедре почвоведения и экологии почв СПбГУ были заслушаны пленарные доклады:

- Зубкова Т.А., д.б.н., вед.н.с. кафедры физики и мелиорации почв МГУ им. Ломоносова. «Почва в изобразительном искусстве»
- Dr. Recio Espejo, José Manuel, University of Córdoba, Spain. «Tirsification soils formation processes in the south of Iberian peninsula (Andalusian región, Spain)»
- Нечаева Т.В., к.б.н., н.с. Института почвоведения и агрохимии СО РАН. «Роль агрохимии в условиях современного земледелия в России» (Академический городок, г. Новосибирск).

Всего на Докучаевских чтениях были заслушаны 128 докладов, в т.ч. 4 доклада в стендовой секции, 9 – на пленарных заседаниях и 24 доклада на школьной секции.

В выступлениях были освещены результаты изучения генезиса и эволюции почв, разнообразия почвенного покрова, исследования городских почв, рассмотрены вопросы почвенных классификаций, а также представлены результаты исследований вопросов деградации и восстановления почв, возможности сохранения и повышения естественного почвенного плодородия в современных экономических условиях. Отдельная секция была посвящена новейшим технологиям, инновациям и экспериментам в почвоведении.

На заседаниях студенческой секции председательствовали участники конференции, что стало нововведением для Докучаевских чтений. Председателями секций были Полуян Д.И. (Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону), Быкова С.Л. (Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск), Нечаева Т.В. (Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск), Верещагина Е.А. (СПбО ИГЭ РАН, Санкт-Петербург), Сушко К.С. (Институт аридных зон Южного научного центра РАН, Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону) и Баланова О.Ю. (ГНУ ВНИИСХРАЭ Россельхозакадемии, Обнинск). Помогали им сопредседатели секций – студенты и магистранты кафедры почвоведения и экологии почв – Захарова М.К., Гостинцева Е.В., Щеглова К.Е., Сафронов С.О., Яковлев А.О., Булышева А.М. и Лысков И.А. Кураторами секций были преподаватели кафедры Касаткина Г.А., Матинян Н.Н., Попов А.И., Русаков А.В., Чуков С.Н., Федорова Н.Н., Шешукова А.А. и Романов О.В.

После каждого выступления руководители секций задавали вопросы докладчикам, начинали дискуссии и в конце давали общую оценку. В некоторых секциях доклады были настолько разные по тематике и настолько емкие по содержанию, что кураторы затруднялись выбрать лучших из них. Доклады аспирантов и молодых ученых, по мнению кураторов, заметно отличались от студенческих по уровню подготовки, степени выполнения работы и способности держаться на публике. Но и на своем уровне студенты выступали достойно.

Участники Докучаевских чтений не были просто докладчиками и пассивными слушателями; в ходе заседаний развивались активные дискуссии и горячие споры, некоторым докладчикам задавалось по 5–7 вопросов.

По результатам секционных заседаний на закрытии конференции 6 марта участниками, председателями и кураторами секций были отмечены самые интересные и информативные научные выступления, которые были рекомендованы к опубликованию в виде статей в периодическом издании СПбГУ «Материалы по изучению Русских почв», (вып. 8 (35)).

Всем докладчикам были вручены дипломы участников Докучаевских молодежных чтений, а лучшие отмечены памятными подарками.

Участники конференции постановили просить кафедру почвоведения и экологии почв СПбГУ:

- Продолжить традицию проведения ежегодных Докучаевских чтений, как очень эффективную форму интернационализации высшего образования, получения дополнительных возможностей для модернизации и более полной реализации научно-академического потенциала студентов, аспирантов и молодых учёных, установления новых партнёрских отношений с научными коллегами. Организовать XVIII Докучаевские молодежные чтения в 2015 году.

- Опубликовать лучшие доклады в виде статей в периодическом издании СПбГУ «Материалы по изучению Русских почв».

- Привлечь внимание государственных структур к проблеме охраны почв от загрязнения. Предложено ввести показатели загрязнения почв в систему государственного нормирования относительно почвенного покрова импактной зоны техногенных отвалов промышленных предприятий.

- Поблагодарить организаторов и членов оргкомитета, а также участников конференции за сделанные доклады и дискуссии.
- Просить редакцию журнала «Почвоведение» опубликовать на страницах журнала отчет о проведении XVII молодежных Докучаевских чтений и информацию о будущих XVIII Докучаевских молодежных чтениях.
- Рекомендовать оргкомитету XVIII Докучаевских молодежных чтений организовать Докучаевский семинар в рамках молодежной конференции на тему «Эффективность применения теоретических знаний по почвоведению в прикладных областях» и «Опыт оформления заявок для получения грантов в России и за рубежом».
- Разместить материалы конференции и резолюцию на сайте кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ.

Е.Ю. Максимова, Е.Ю. Сухачева

Материалы научно-практической конференции

**«Проблемы популяризации научных
достижений почвоведения XXI века»,**

посвященной 110-летию Центрального музея
почвоведения им. В.В. Докучаева

26–29 мая 2014 г.

Санкт-Петербург

Инновации и технологии в пропаганде научных достижений в почвоведении

УДК 631.10

ОСОБЕННОСТИ ПОПУЛЯРИЗАЦИИ ЗНАНИЙ О ПОЧВЕ В ИНТЕРНЕТ-ПРОСТРАНСТВЕ

О.С. Безуглова

Южный федеральный университет, lola314@mail.ru

Основатель науки о почве В. В. Докучаев считал, что знание почвоведения необходимо каждому земледельцу, так как недостаточно владеть землей, нужно уметь ею пользоваться. Для распространения знаний среди сельских хозяев он организовал в Петербурге курс научно-популярных лекций для земледельцев, в чтении которых участвовали виднейшие учёные, в том числе и Д. И. Менделеев. Наиболее известными в этом плане являются публичные лекции В.В. Докучаева в Полтавском губернском земстве. Слова, которыми он открыл первую лекцию, не потеряли актуальность и в наше время: «Призывая на помощь науку в служении нуждам сельского хозяйства, не придется опускать голову при сельскохозяйственных кризисах; они будут не так страшны, не потребуются от государства и экстренных мер к поддержанию сельских хозяев» (Докучаев, Лекции о почвоведении, Избранные соч., т.3. с. 341).

Сегодня способов донести знания о почве фермерам, владельцам дачных участков значительно больше. Интернет-пространство предоставляет для этого разнообразные возможности. Можно создавать индивидуальные тематические сайты, вести блоги, открывать странички на различных популярных порталах. Приведу свой опыт в этом вопросе. С 2004 года веду в интернете тематический сайт «Удобрения и стимуляторы роста» (<http://eco-soil.ru/>). Посетители сайта активно просматривают страницы, скачивают информацию, но вопросы задают редко. В 2010 году открыла страницу на портале Проза.ру, в номинациях которого предусмотрен и раздел «естествознание» (<http://www.proza.ru/>). Научно-популярная книга «Кормилица-почва», размещенная на этом портале, пользуется большой популярностью, читатели задают вопросы, идет активный обмен мнениями. Однако здесь ограничены возможности размещать графики, рисунки, фотографии. С этой точки зрения гораздо удобнее использовать различные ресурсы, позволяющие вести блоги, живой журнал (ЖЖ). Хотя и здесь имеются «подводные камни». Несколько лет вела блог на портале mail.ru, однако в конце 2013 года администрация прекратила поддержку ресурса, значит надо искать другую площадку. Тем не менее, считаю работу по пропаганде знаний о почве очень важной. Причин для этого вижу, как минимум, две. Прежде всего, это неудовлетворительное состояние почвенного покрова нашей страны. Как следует из официальных данных, деградация земель в настоящее время представляет одну из важнейших социально-экономических проблем, которая наносит огромный ущерб продуктивному потенциалу земельного фонда России и создает угрозу экологической, экономической и в целом национальной безопасности страны. Просветительская деятельность должна внести свой вклад в решение этой проблемы. Другая причина – отсутствие почвоведения в перечне учебных дисциплин средней школы. Выпускники школ имеют самое приблизительное представление о том, что такое почва. Отсюда проблемы с набором студентов на направление «Почвоведение». И здесь решающую роль может оказать работа принимающих кафедр в интернете. Как показал опыт кафедры поч-

воведения и оценки земельных ресурсов Южного федерального университета, многие абитуриенты узнали о существовании такой специальности именно после посещения сайта кафедры (<http://dssac.ru/>). Страницы в социальных сетях, например «ВКонтакте», тоже вносят свою лепту в популяризацию нашей специальности (<http://vk.com/club631792>).

Таким образом, возможностей для популяризации знаний о почве в интернете множество, убеждена, что все их непременно надо использовать.

УДК 630.40

ОСОБЕННОСТИ ПОПУЛЯРИЗАЦИИ ПРОБЛЕМ ПОЧВОВЕДЕНИЯ В ЕВРОПЕЙСКОЙ СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ДОКТОРСКОЙ РАБОТЫ «ВЛИЯНИЕ РЕКУЛЬТИВАЦИИ БОЛОТНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ЭМИССИЮ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ НА СЕВЕРЕ ГЕРМАНИИ»

О.С. Выборнова

Кафедра Почвоведения, Гамбургский Университет, olgavyb@uni-hamburg.de

Никакая проблема не может существовать в отдельно взятой территории и при этом полностью отсутствовать на территориях ее окружающих. Проблема популяризации почвоведения и культуры обращения с почвой существует не только в Российской Федерации, но и во множестве других, развитых и развивающихся стран. Я хотела бы поделиться опытом, который приобрела на протяжении трех лет обучения на кафедре почвоведения Гамбургского Университета (УНН). На первый взгляд может показаться, что в европейских странах общество более информировано в области актуальных проблем почвоведения и экологии почв, а также путей их решения. Однако при более детальном ознакомлении с позицией молодежи и студентов разных европейских университетов становится очевидно, что информированность целевой аудитории не многим лучше чем на территории стран бывшего СНГ. На мой взгляд, это обусловлено известной узкой направленностью европейского образования. На кафедре почвоведения УНН сотрудники кафедры и докторанты проводят дополнительные, внеплановые, занятия для абитуриентов и студентов смежных кафедр как Гамбургского Университета, так и других Университетов Евросоюза (Университет Гранады, Испания, Университет Вагенингена, Голландия и др.). Во время таких занятий гости кафедры принимают участие в интерактивных семинарах по вопросам почвоведения, полевых работах на объектах исследования, обработке и анализе данных, а также в презентации результатов исследований.

Не так давно было проведено одно из таких занятий для сборной группы студентов и аспирантов Университета Гранады (СЕАМА, Universidad de Granada, Испания) в рамках DAAD. Вот характерный план такого мероприятия «Измерения эмиссий парниковых газов из болотных почв».

Первый день: Доклады руководителей групп, профессоров и докторантов.

1. Обзор, планирование и постановка целей мероприятия, ознакомление с методами измерений.
2. Доклад принимающей стороны «Сочетание измерений методом закрытых куполов, eddy covariance и теоритических выкладок».
3. Доклады гостей кафедры «Обзор исследований испанской группы: объекты и места исследований», «Эмиссии углекислого газа: влияние ветра и флуктуации атмосферного давления», «Эмиссии метана в болотных почвах Падули, Испания».
4. Доклады принимающей стороны «Эмиссии парниковых газов в болотных почвах тундр», «Потоки углекислого газа и водяного пара в болотах Падули, Испания».
5. Дискуссия и планирование.

6. Общение и обсуждение.

Второй день: Полевые работы.

1. Обзор места исследования – дренированного и частично рекультивированного верхового болота Химмельмор (Himmelmoor, Schleswig-Holstein).
2. Полевые работы испанских студентов под руководством докторантов УНН. Мастер-класс по использованию современных инструментальных средств измерения.
3. Проверка и первичный анализ полученных данных. Обсуждение.

Третий день: Обработка, анализ и представление результатов исследований.

1. Доклады принимающей стороны «Образование и разложение углекислого газа в органических почвах, меченых ^{13}C », «Выбор инструментов обработки данных eddy covariance», «Регулирование потоков метана из болотных почв с помощью почвенных, микробиологических процессов и растительности», «Инкубационный эксперимент, как метод исследования зависимости образования метана и углекислого газа почвенной микробиотой от температуры»
2. Презентация результатов исследований второго дня, дискуссия.
3. Дополнительные вопросы и обсуждения.
4. Выводы, заключение и обсуждение будущих мероприятий.

Как видно из плана в этот раз значительное внимание было уделено проблеме эмиссии парниковых газов из рекультивированных болотных почв, что несомненно является одним из важнейших вопросов в северных районах Германии. Обсуждение новых методов сбора данных, обработки полученных результатов, применение новейших вычислительных комплексов – все рассматривается применительно к наиболее востребованным вопросам экологии почв. Тем самым на уровне межуниверситетского обмена студенты узнают не только о современных методах исследований, но и получают обширную информацию о направлениях исследований, проводимых в том числе и в УНН. Студенты принимают непосредственное участие как в мастер-классе по использованию современных средств сбора данных, так и в дискуссиях по темам докладов, что способствует вовлечению в исследуемые проблемы новых свежих умов молодых ученых. Обмен опытом со своими коллегами из УНН на протяжении трех дней пребывания также способствует как распространению информации об исследуемых вопросах, от обеих сторон, так и постановке новых, еще не охваченных вниманием, но не менее важных вопросов.

Помимо крупных многодневных мероприятий также проводятся ознакомительные встречи и практические занятия с бакалаврами и абитуриентами других направлений. Такие мероприятия устраиваются по желанию заинтересованной стороны, сначала назначается встреча с профессором или докторантом кафедры, затем после собеседования назначается дата, тема и куратор для практического занятия или мастер-класса. По итогам занятий бакалавр/абитуриент может оценить как свои силы и интерес к данной работе, так и к почвоведению в целом. Ввиду особенностей системы образования выпускники (бакалавриат, магистратура) имеют право перейти на кафедру почвоведения и продолжить свое обучение с новым руководителем и новой темой научной работы независимо от того по какой специальности факультета наук о Земле (Geowissenschaften) они учились ранее.

Помимо всего вышеперечисленного, кафедра принимает активное участие в таких традиционных мероприятиях как дни открытых дверей, выставки «Ночь Знаний», встречи в формате межуниверситетских конференций, распространение буклетов, флайеров и рекламы в университетской информационной сети и на интернет страницах как университета, так и самой кафедры.

Таким образом, можно с большой долей уверенности сказать, что среди студентов нашего УНН нет ни одного человека, заинтересовавшегося проблемами почвоведения и при этом не имеющего возможности получить ответ на свои вопросы, в том числе касаясь возможности обучения на кафедре почвоведения.

УСИЛЕНИЕ ДОСТУПА К НАУЧНЫМ ДОСТИЖЕНИЯМ И ИННОВАЦИЯМ В ОБЛАСТИ ПОЧВЕННОЙ НАУКИ

Л.А. Гафурова, Т.А. Абдрахмонов, Г.М. Набиева

Национальный Университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Ташкент
glazizakhon@yandex.ru

Известно, что с наряду с традиционными для высших учебных заведений функциями – обучающей, исследовательской, профессиональной и воспитательной, у университетов в настоящее время появились качественно новые: инновационная, информационная и предпринимательская. Практика показала, что новая модель университета как учебно-научно-инновационного комплекса, сочетающего фундаментальное образование, академическую науку с развитой сетью высокотехнологичных инновационных структур и малых предприятий, является одним из наиболее эффективных структурных элементов создаваемой национальной инновационной системы. С одной стороны, эти комплексы обладают значительным научно-техническим и инновационным потенциалом, который может быть реализован при создании новшеств и продвижении их на рынок, и с другой стороны, они начинают готовить кадры для инновационной экономики.

Инновационная деятельность университета позволяет объединить усилия кафедр, лабораторий, научных центров по организации учебной, научно-исследовательской, инновационной деятельности, совершенствованию образовательного процесса, подготовке высококвалифицированных специалистов для нужд производства, разработке и продвижению на рынок наукоемких, ресурсосберегающих технологий.

К мероприятиям по активизации инновационной деятельности относится организация межрегиональной инновационной выставки «Инновации-фермерским хозяйствам», научно-практических семинаров и круглых столов, посвященных проблемам инновационного развития в АПК, внедрению новых ресурсосберегающих технологий, проведению «дней фермеров», регулярное освещение их в СМИ, в том числе научных журналах – «Вестник аграрной науки Узбекистана», «Агроилм», «Экологический вестник» и др. Инновационный вектор развития Национального Университета Узбекистана имени Мирзо Улугбека осуществляется на основе налаживания производственных и научных связей между учёными и малым наукоемким бизнесом; эффективного использования интеллектуального потенциала; оказания консультационно-информационных услуг, создания и внедрения новых ресурсосберегающих и экологически чистых наукоемких технологий; международного сотрудничества в создании и внедрении инновационных разработок в производстве.

С этой целью в Национальном университете Узбекистана был создан научно-исследовательский центр «Агроэкобиотехнологии». Основной задачей проводимых исследований в центре Агроэкобиотехнологии является проведение широкого круга исследований в областях теоретического и прикладного почвоведения на современном уровне, а также модернизация и подготовка студентов и молодых ученых в области современных инструментальных методов анализа по специальности почвоведение и агрохимия, что дает возможность подготовить высококвалифицированных инновационных кадров, которые необходимы студентам, преподавателям, чтобы создать и осваивать новые наукоемкие технологии и поддерживать принципиально новый технологический уровень, с целью, адаптироваться к условиям современной информационной среды.

В университете большое значение уделяется сотрудничеству с лицами и колледжами, в том числе и с агроколледжами. К примеру, с Бостанлыкским сельскохозяйственными колледжом ведется многолетняя работа по сотрудничеству в области почвенной науки. Так, были проведены семинары, тренинги для фермеров, а также женщин ферме-

ров, женщин домохозяйств (приусадебных участков) Бостанлыкского тумана, преподавателей и учащихся колледжа по выращиванию и агротехнике новых овощных бобовых культур. Были проведены полевые занятия по подготовке почвы и посадке овощных бобовых культур, способствующих не только получению ценной экологически чистой и полезной продукции, но и повышению плодородия почвы. Состоялось открытие на базе колледжа Центра интеграции образования – науки – производства. Задачами центра является внедрение инновационных разработок ученых организаций партнеров – НУУЗ им. М.Улугбека, ТашГАУ, НИИ Растениеводства, НИИ Овощеводства, НИИ Почвоведения и агрохимии, НИИ Микробиологии, регионального представительства Всемирного центра овощеводства и др. в области рационального использования земельных ресурсов, диверсификации культур, получения продукции экологически чистой богатыми полезными свойствами, способствованию улучшения системы здорового питания в образовательных учреждениях (Постановление КМ РУз №184-20.08.2010 г.) и др. Следующей задачей является повышение качества образования, работа с талантливой молодежью и усиление доступа фермеров, дехкан, женщин домохозяйств и других специалистов Бостанлыкского тумана к научным достижениям и инновациям.

Для внедрения информационных технологий и формирования и организации функционирования школы фермеров при Национальном университете Узбекистана имеется необходимая материально-техническая и учебно-методическая база, научно-производственное учебное хозяйство, центр АгроЭкобиотехнологии, наличие информационного ресурса с подключением сети Интернет, сеть базовых фермерских хозяйств, многочисленные партнеры из научно-исследовательских институтов Академии наук и Научно-производственного центра сельского хозяйства Узбекистана, а также опыт и высокая квалификация профессорско-преподавательского и научного персонала факультетов, кафедр и лабораторий.

Сегодня ученые университета работают над организацией школы фермеров – как одного из важных аспектов научно-инновационного развития и ставят своей целью усиление доступа к научным достижениям и инновациям в области рационального использования земельных ресурсов, повышения и воспроизводства плодородия почв сельскохозяйственных производителей, а также обеспечение информацией, повышение уровня их знаний для выбора решений и способствует успешному ведению производства.

Особо следует отметить, что в целях создания условий для повышения технологического уровня и конкурентоспособности отечественного производства, стимулирования разработки и внедрения научно-исследовательских разработок в производство и во исполнение Постановления Президента Республики Узбекистан ПП-916 от 15 июля 2008 года «О дополнительных мерах по стимулированию внедрения инновационных проектов и технологий в производство» ежегодно проводятся Республиканские ярмарки инновационных идей, технологий и проектов. В 2014 году 23–25 апреля состоится VII Республиканская инновационная ярмарка, где по направлению рационального использования земельных ресурсов университет представляет 9 проектов: «Технологии биологической очистки загрязненных почв», «Агротехнология восстановления плодородия и повышения продуктивности пустынных пастбищ», «Овощные бобовые культуры для повышения плодородия почв», «Мониторинг состояния пустынных пастбищ на основе ДЗЗ и ГИС технологий», «Почвенные биотехнологии в повышении плодородия засоленных почв», «Технология улучшения мелиоративного состояния деградированных почв», «Новый высокоэффективный препарат для повышения урожайности с/х культур», «Технология получения и применения биоорганического удобрения из отходов». «Обучение фермеров приемам повышения плодородия почв». Представляемые работы ученых-почвоведов университета направлены на внедрение ресурсосберегающих, экологически чистых технологий повышения и воспроизводства плодородия почв, биологизации земледелия. Активное участие на этих ярмарках университетских вузов в сотрудничестве с научно-исследовательскими институтами и фермерами способствуют дальнейшей активизации инновационной деятельности и внедрению разработок, интеграции образования – науки – производства.

ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ ЗНАНИЙ ПО ПОЧВОВЕДЕНИЮ
НА КУРСАХ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

Л.П. Капелькина

Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности
РАН, kapelkina@mail.ru

Нет ничего в природе более важного и заслуживающего большего внимания, чем почва. В действительности, именно почва превращает мир вокруг нас в дружественное для нас окружение. Именно почва вскармливает и обеспечивает средствами к существованию всю природу. Весь мир зависит от почвы, которая является первичной основой нашего существования.

*Фридрих Фаллу,
немецкий почвовед, 1862 г.*

Почвы и растительность являются уникальными природными компонентами, обеспечивающими базальтернативную возможность существования человека и живых организмов. В последние годы резко возросла техногенная нагрузка на почвы. Ежегодно для проведения горных, геологоразведочных работ, обустройства месторождений нефти и газа, строительства городов, дорог, трубопроводов, полигонов отходов, золоотвалов и других объектов отводятся тысячи гектаров земель.

Сохранение и восстановление почвенно-растительного покрова имеет определяющее значение для сохранения биосферной и экологической стабильности регионов. Именно эта основополагающая мысль лежит в основе чтения курса по восстановлению почв на семинарах «Рекультивация нарушенных земель, реабилитация загрязненных территорий», которые регулярно проводятся в Центре научно-технической информации «Прогресс» (ЦНТИ «Прогресс») в Санкт-Петербурге. Слушатели курсов повышения квалификации – представители проектных, производственных и научных организаций, муниципальных образований, природоохранных органов, контролирующих служб, приезжающие с разных предприятий со всех регионов России.

Успешность работ по восстановлению нарушенных и загрязненных почв во многом определяется особенностями почв, экологической обстановкой в районе проведения работ и правильностью выбора технологических приемов. Важно с точки зрения популяризации знаний по почвоведению довести до слушателей – специалистов разного профиля и уровня знаний: биологов, технологов, химиков и других, иногда далеких от почвоведения как науки, необходимые знания о почве, её значимости и охране доступным, понятным языком.

Начало занятий по восстановлению нарушенных почв – это ознакомление с общими понятиями о почве. Они даются на основе государственных стандартов: «Почвы. Термины и определения», «Паспорт почвы» и других. При изложении материала подчеркивается важность сохранения и снятия плодородного слоя почвы, осуществляемых перед началом работ по освоению территорий и нарушению земель. Эти работы должны проводиться на основе нормативных документов «Требование к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ», «Номенклатура показателей пригодности нарушенного плодородного слоя почвы для землеваяния», «Требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы при производстве земляных работ».

Следует отметить, что многие слушатели курсов повышения квалификации, не являясь почвоведом по образованию, в отличие от преподавателей и научных сотрудников, работающих в области почвоведения, имеют весьма скромные понятия о почве. Важно, чтобы необходимые мероприятия по охране и снятию плодородных почв, а также по их восстановлению были грамотно отражены в «Проектах рекультивации земель». Некоторые проекты рекультивации в обязательном порядке проходят экологическую экспертизу, например проекты рекультивации полигонов отходов, нарушенные земли на особо охраняемых территориях и другие.

Производственные организации, заинтересованные в проблеме восстановления почвенно-растительного покрова на нарушенных землях, в некоторых случаях являются инициаторами заказа научных тем, в которых затрагиваются проблемы восстановления почв. В настоящее время в НИЦЭБ РАН по заказу одной из нефтяных компаний выполняется научно-исследовательская работа по особенностям почвообразования на буровых шлаках, образующихся при разработке нефтяных месторождений. Вопрос о первичном почвообразовании на этом специфическом субстрате на страницах научной печати практически не обсуждался.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ДАННЫХ В ПОПУЛЯРИЗАЦИИ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

Т.Э. Касимзаде

Отделение Аграрных Наук НАН Азербайджана, nushana_kasimova@yahoo.com

В течение последних лет на азербайджанских телеканалах практически отсутствуют передачи научного, научно-популярного и научно-просветительского характера. Одновременно, наблюдается ненормальный рост популярности мистики и лженауки. Сегодня, очень важна пропаганда науки среди молодежи, во избежание распространения и популяризации подобных явлений.

Приход молодежи в науку и высокотехнологичные области производства, внимание непосвященной части общества к научным проблемам зависят от степени популярности науки. Ученые, как носители научных знаний, заинтересованы в их сохранении, развитии и приумножении, чему способствует приток в неё молодежи. То есть необходимость популяризации науки сегодня одна из важнейших и актуальнейших проблем, стоящих перед учеными всех научных областей.

Рассмотрим, что же значит популяризация науки, кто ее осуществляет и какова ее важность. Популяризация науки увеличивает количество людей, интересующихся наукой, благодаря стимуляции интереса к ней.

Популяризация естественных наук – процесс распространения знаний о природных явлениях в современной и доступной форме для широкого круга людей.

Популяризатор науки – учёный, предоставляющий научную информацию в понятном и интересном виде обществу. Модернизация экономики и развитие инновационных технологий возможны только в том обществе, где наибольшим авторитетом обладает научное знание и ученые, создающие эти инновации.

Но при этом очень важно не довести ситуацию до эскалации – гипертрофированного привлечения внимания к той или иной области науки. В современном мире примером может служить существующий сегодня ажиотаж вокруг исследований в области нанотехнологий.

Сегодня для нас актуальна популяризация почвоведения. Касательно научных достижений в области почвоведения следует отметить, что данная наука и познания в данной

области всегда были и будут актуальны. Прежде всего, это связано с тем, что почвоведение тесно связано, с рядом смежных фундаментальных наук, и конечно же непосредственно связана с исследованиями в области ботаники и экологии. В принципе, все мы связаны непосредственно с матушкой-землей, и смочь донести это до молодого поколения, объяснить значимость и важность исследований в данной области, применение новых информационных технологий и методик, может являться не только залогом развития почвоведения как науки, но и непосредственно будущего поколений, живущих сейчас на Земле.

Особенно хотелось бы отметить функции почвоведения в области экологического нормирования, разработки агроэкологических регламентов и охраны природы. Нами проводятся интенсивные исследования по определению состояния почвенно-растительного покрова в одном из крупнейших регионов нашей страны – Ширванского региона Азербайджана.

В наших исследованиях определённые различия в свойствах горно-луговых почв, связанные с биоклиматическими особенностями альпийских и субальпийских поясов, дают основания для их подразделения на горно-луговые альпийские и горно-луговые субальпийские почвы. Альпийские горно-луговые почвы имеют своеобразный сухотравяной горизонт мощностью 1–2 см, что отличает их от других почв горных лугов. По сравнению с субальпийскими почвами они имеют более кислую реакцию и меньшую насыщенность основаниями.

Субальпийские горно-луговые почвы формируются ниже альпийского пояса. Климатические условия здесь мягче. Растения, слагающие сообщество субальпийских лугов, достигают высоты 60 см и более, а их корневые системы мощнее и проникают на большую глубину. Фитомасса растительных сообществ в субальпийском поясе выше. От горно-луговых альпийских почв субальпийские отличаются отсутствием сухотравяного горизонта, более «мягким» характером гумуса, в составе которого слабогумифицированных остатков меньше, и большей мощностью гумусового профиля. Высокогорные луга и степи являются прекрасными пастбищными и сенокосными угодьями. Необходимое условие их рационального использования это нормирование выпаса с тем, чтобы не допускать перегрузки пастбищ. Многие горные пастбища, в особенности уже нарушенные выпасом, нуждаются в улучшении, для чего необходимо внесение органических и минеральных удобрений, посев трав. При коренном улучшении пастбищ полностью меняют видовой состав их растительного покрова и радикально улучшают почвенные свойства, для чего применяют специальные системы обработки почвы, вносят удобрения по ранее составленным картограммам, подбирают компоненты травостоя.

Растительный покров представлен сообществами среднетравных субальпийских и низкотравных альпийских лугов. Влияние высотной поясности существенно сказывается на хозяйстве горных территорий. С высотой сокращается вегетационный период и ухудшаются другие агроклиматические показатели, затрудняется или становится невозможным возделывание теплолюбивых культур, появляется возможность культивирования холодостойких растений. Горные луга важны как сезонные пастбища.

Субальпийские горно-луговые почвы формируются ниже альпийского пояса. Климатические условия здесь мягче; растения, слагающие сообщества субальпийских лугов, достигают высоты 60 см и более, а их корневые системы мощнее и проникают на большую глубину. Фитомасса растительных сообществ в субальпийском поясе выше.

От горно-луговых альпийских почв субальпийские почвы отличаются отсутствием сухоторфяного горизонта, более «мягким» характером гумуса, в составе которого меньше слабогумифицированных остатков, и большей мощностью гумусового профиля. Для горно-луговых субальпийских почв характерны меньшая кислотность, более высокая емкость катионного обмена и большая насыщенность основаниями.

Мозаичное сочетание горно-луговых альпийских и субальпийских почв является характерной чертой альпийского и отчасти субальпийского поясов и связано с особенностями растительного покрова, историей формирования и рядом других причин.

Горно-луговые субальпийские темноцветные, горно-лугово-степные субальпийские с небольшими участками горно-луговых черноземов со среднемощным реже слабощным, гумусным профилем на известняках характерны для субальпийского пояса.

По механическому составу – это тяжелосуглинистые, легко- и среднесуглинистые почвы. Для южных склонов характерны участки горных лесолуговых и горных лугово-степных со среднемощным гумусовым профилем. Сильная экспозиционная дифференциация почвенного покрова в горах обуславливает его разнотипность на ограниченных территориях. Почвы с нарушенным профилем, как результат деформаций и эрозионных процессов увеличивают неоднородность почвенного покрова.

Для пояса широколиственных лесов характерны горные бурые лесные, горные дерново-карбонатные выщелочные почвы со среднемощным гумусным профилем распространенные на известняках. Их обширные участки перемежаются, особенно в местах контактирования с субальпийским поясом, с горными лугово-степными субальпийскими и горно-луговыми субальпийскими темноцветными с среднемощным и, местами, слабощным гумусовым профилем.

При определении макрокомпонентного состава почв использовался метод рентгеноспектрального анализа - инструментальный метод элементного анализа, основанный на изучении спектра рентгеновских лучей прошедших сквозь образец или испущенных им. Исследования образцов проводились на базе Института Геологии НАН Азербайджана. Данным методом было выявлено содержание в образцах Na, Mg, Al, Si, P, K, Ca, Ti, Mn, Fe и тд. Также определено содержание летучих веществ при температуре 950 °С. Из полученных нами данных, видно, что содержание данных элементов в этих почвах соответствует и близко по норме к общепринятым стандартным значениям, что свидетельствует об отсутствии каких-либо превышений.

Мы частично привели результаты проведенных нами исследований. Возникает вопрос, какова же связь вышеизложенного с популяризацией почвоведения? Именно это мы и хотели показать, подобные материалы представляют интерес для ученых, и молодых специалистов, работающих в данной области, а как же привлечь внимание к вышеизложенным проблемам широко круга людей. Именно для этого нам необходимо найти способы популяризации получаемых научных данных.

Таким образом, необходимо, широко использовать возможности высоких современных технологий, интернет-пространства, популяризовывать результаты исследований в области почвоведения на курсах повышения квалификации, использовать новые методики для популяризации знаний по почвоведению среди студентов высших учебных заведений, не только почвоведов, но и смежных с ней наук, причем по ее современным направлениям, используя наряду с традиционным обучением, инновационные методы, создавать информационно-образовательные проекты по различным тематикам, и это уже можно начинать даже в средне- образовательных школах с целью привлечения детской аудитории. При этом целесообразно проведение полевых почвенных исследований с участием студентов и школьников, как в отдельности, так и совместно, с учетом уровня образования и знаний в данных областях.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Сергеев А.* Стратегии научной популяризации в России. // Здравый смысл, 2007.— № 3 (44). Проверено 29 марта 2013. Архивировано из первоисточника 5 апреля 2013.
2. *Лаговский И.* Государству должна быть выгодна популяризация науки» // Архив электронного издания «Наука и технологии России», 8.06.2007.
3. *Количественный электронно-зондовый микроанализ* / Под ред. В. Скотта, Г. Лава. — М.: Мир, 1986. — 352 с.
4. *Мамедов Г.Ш., Касимзаде Т.Э.* Почвенная карта Ширванского региона Азербайджана. В: «Экологический Атлас Азербайджана», азерб.-англ. Версия, БКФ, 2010, 89с.

ОПЫТ ПОПУЛЯРИЗАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ПОЧВОВЕДЕНИЯ: ИННОВАЦИИ И ТРАДИЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ

М.Е. Рыхликова, А.А. Рахлеева, И.А. Мартыненко

Институт экологического почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова,
Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, ecofriends@yandex.ru

Информационные технологии, прежде всего, средства телекоммуникаций, в сочетании с традиционными формами обучения (лекциями, семинарами, практическими занятиями в лабораториях и природной обстановке) позволяют организовать действенную работу по популяризации современных достижений почвоведения для школьников. Это актуально как для широкого просвещения детей и молодежи с целью сохранения почвенных ресурсов, так и для профессионального ориентирования учащихся, потенциально нацеленных на выбор почвоведения в качестве будущей специальности.

В 2001 году в Институте экологического почвоведения МГУ в сотрудничестве с факультетом почвоведения в рамках Российского телекоммуникационного проекта «Экологическое Содружество», в котором на тот момент существовало пять направлений образовательной и научно-исследовательской работы со школьниками, было создано новое направление – «Экологическое почвоведение».

Проект «Экологическое Содружество» является одной из «школ юных», организованных в Московском университете и направленных на реализацию комплексной программы «МГУ-школе». География Проекта охватывает всю территорию Российской Федерации и несколько регионов стран СНГ, в нем участвуют учреждения основного и дополнительного образования: школы, лицеи, эколого-биологические центры, станции юных натуралистов, отделы экологического просвещения особо охраняемых природных территорий. В направлении «Экологическое почвоведение» принимают участие 102 образовательных учреждения из России и Беларуси.

В Проекте «Экологическое Содружество» реализуются три комплексные учебные программы для школьников: «Экологическое почвоведение», «Экология и контроль состояния окружающей среды (Экологический мониторинг)», «Сохранение биологического разнообразия», – и две программы повышения квалификации учителей школ и педагогов дополнительного образования: «Экологическое почвоведение для педагогов», «Организация проектной эколого-исследовательской и природоохранной работы в школе». Для реализации этих программ созданы обучающие страницы на сайте Проекта, разработаны методические материалы, осуществляются постоянные консультации участников в семи форумах «Экологического Содружества».

Дистанционное образование сочетается в Проекте с традиционными формами обучения: регулярно проводятся семинары для педагогов, мастер-классы для школьников в учебное время и полевые занятия с учащимися в летних экологических лагерях. Так, при поддержке нескольких грантовых программ проведены 42 семинара и мастер-класса в школах и эколого-биологических центрах Москвы и Московской области, Самары, Белой Калитвы, на базе экологических лагерей в Ярославской и Ростовской областях, в которых приняли участие 497 школьников и 218 учителей школ и педагогов дополнительного образования из 88 учреждений России. Шестнадцать образовательных учреждений Самары, Московской и Ростовской областей были оснащены сертифицированными школьными лабораториями для проведения простейших химических анализов почв.

Новая форма, которая используется для обучения школьников в регионах с 2010 года, – телекоммуникационные семинары, или вебинары. Важными условиями успешного проведения вебинара, когда лекторов и аудитории школьников подчас разделяют тысячи

километров, являются правильным выбором программного обеспечения, тщательная техническая подготовка, создание увлекательных презентаций, организация интерактивного взаимодействия участников.

Одним из критериев результативности работы по популяризации научных знаний является Всероссийская телеконференция «Природу России сохраняют дети», которая проводится в форумах Проекта «Экологическое Содружество» ежегодно, в текущем году – в пятнадцатый раз. В период с 2001 по 2013 годы на конференцию были представлены 168 исследовательских проектов школьников по почвоведению. В выполнении самостоятельных эколого-почвенных исследований приняли участие 433 учащихся всех возрастов общеобразовательной школы, от начальных до старших классов.

Тематика самостоятельных исследований школьников определяется возможностями школьных лабораторий и квалификацией учителей в области почвоведения. Основные направления исследовательских проектов следующие:

- Изучение природных почв конкретного региона;
- Исследование состояния городских почв;
- Изучение отдельных физико-химических и агрономических свойств почв;
- Исследование состава и функций комплексов почвенной фауны, прежде всего, беспозвоночных животных в различных типах почв;
- Индикационная геоботаника;
- Фитотестирование почв и почвенных вытяжек;
- Оценка влияния различных антропогенных факторов на экологическое состояние территорий;
- Возможности утилизации бытовых отходов с целью очищения почв;
- Изучение эрозионных процессов и способов борьбы ними.

Также на конференцию ежегодно поступают комплексные проекты, сочетающие в себе несколько направлений исследований. Тезисы учащихся размещены в форуме «Экологическое почвоведение» и его архивах, и, следовательно, доступны любому пользователю сети Интернет.

Другой важнейшей задачей является участие детей и молодежи в практической работе по охране окружающей среды. С этой целью в Проекте созданы шесть природоохранных программ, одна из которых – «Сбережем нашу землю» – посвящена проблемам сохранения почв и направлена на вовлечение юных экологов в посильные мероприятия по восстановлению нарушенных эрозией территорий, помощь лесничествам в посадке защитных лесополос, озеленение, просветительскую работу с населением.

Серьезное внимание уделяется в Московском университете развитию системы интеллектуального попечительства талантливых детей и молодежи, их профессиональной ориентации. С 2011 года в МГУ проводится Олимпиада «Ломоносов» по комплексу предметов «Экология» (школьные предметы экология, биология, география). Организатор Олимпиады – факультет почвоведения, соорганизаторы – структурные подразделения МГУ: Институт экологического почвоведения, Музей Землеведения, ЭКОЦЕНТР, биологический факультет. Задания олимпиады формируются в соответствии с преподаваемыми в школе предметами, вместе с тем, они сформулированы с учетом специфики факультета почвоведения, готовящего специалистов по двум специальностям: «Почвоведение» и «Экология и природопользование». Существенную долю заданий для учащихся 5–11 классов составляют вопросы о почвах и их роли в биосфере и жизни человека. Участие в Олимпиаде в течение нескольких лет помогает школьникам систематизировать полученные знания, развивает метапредметные связи, прививает навыки научно-исследовательской работы, расширяет кругозор и, в конечном итоге, способствует успешному выбору будущей профессии и поступлению в ВУЗ.

Работа рекомендована д.б.н., проф. заведующим лабораторией почвенных ресурсов и экологического проектирования Института экологического почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова Г.С. Кустом.

ОПЫТ ПОПУЛЯРИЗАЦИИ ЗНАНИЙ О ПОЧВАХ
ЗАСУШЛИВЫХ ТЕРРИТОРИЙ СИБИРИ

В.К. Савостьянов

Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии Россельхозакадемии,
Абакан, savostyanov17@yandex.ru

Патриарх сибирского почвоведения К.П. Горшенин считал одной из важных задач почвенной науки популяризацию и пропаганду полученных знаний. Выступая в 1961 г. на Первой сибирской конференции почвоведов в г. Красноярске, он подчеркивал, – «Почва является основой всех отраслей сельскохозяйственного производства. Правда такая элементарная истина иногда игнорируется, но это – или результат косности некоторых руководителей, следствием чего являются грубейшие ошибки в использовании сельскохозяйственной территории с быстрой утратой почвенного плодородия, или – результат неудовлетворительной работы почвоведов, не ведущих в должной мере пропаганду почвенных знаний и повышение квалификации агрономического и руководящего состава в понимании почвенных карт и рационального использования почв в соответствии с их особенностями».

В последние полвека популяризация и пропаганда знаний о почвах засушливых территорий, их рационального использования и охраны всегда являлась важной составной частью моей научной и научно-организационной деятельности. В этом отношении хорошим примером для меня был мой учитель Н.В. Орловский, известный сибирский почвовед и агроном.

Наиболее распространенной формой пропаганды почвенных знаний всегда было проведение научных и научно-практических конференций, научных чтений, симпозиумов ученых и практиков почвоведов и специалистов смежных профессий. За эти годы мне довелось быть инициатором и председателем Оргкомитетов 38 Международных, общероссийских и зональных конференций, которые были посвящены обсуждению результатов исследований почв засушливых территорий, защиты их от дефляции, водной и ирригационной эрозии, опустынивания и деградации, вопросам орошения и предотвращения его негативных последствий, защитного лесоразведения, рационального использования их в сельском хозяйстве. В проводимых нами конференциях, наряду с учеными, всегда принимали участие работники органов управления и производства, преподаватели, аспиранты студенты, представители средств массовой информации, освещавшие их работу на радио и телевидении и в периодической печати. Материалы всех конференций издавались тиражом 500 экз. и рассылались во все профильные научные и образовательные учреждения, библиотеки, региональные отделения Общества почвоведов им. В.В. Докучаева. Работа конференций, как правило, освещалась в научных журналах. Большая часть конференций была организована с широким участием общественных организаций. После значительной части конференций проводились полевые почвенные экскурсии с изданием их путеводителей и съемкой видеофильмов, используемых в учебной работе в вузах Сибири при подготовке почвоведов и агрономов в просветительской деятельности.

Значительная часть проведенных конференций была посвящена памяти крупных ученых-почвоведов, чья жизнь и деятельность была связана с Сибирью, популяризации их, нередко забытого, научного наследия. Среди них – В.В. Докучаев, А.А. Ярилов, Л.И. Прасолов, Д.Н. Прянишников, К.П. Горшенин, Н.В. Орловский, Н.Д. Градобоев, Н.И. Карнаухов, С.А. Коляго, М.В. Кириллов, В.А. Носин, Б.Ф. Петров, К.А. Уфимцева, М.Г. Танзыбаев. В сборниках материалов этих конференций и научных чтений, наряду с докладами их участников из многих регионов Сибири и зарубежья, публиковались научные биографии ученых, списки их научных работ, избранные фотографии, воспоминания учеников и соратников.

Нами подготовлены и изданы научно-популярные брошюры о дефляции, опустынивании и деградации почв, о жизни и деятельности Г.В. Добровольского, Р.В. Ковалева, П.С. Бугакова, А.В. Куминовой, З.А. Савостьяновой. К юбилейным датам известных ученых публиковались статьи в журналах «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» и «Почвоведение», а также в периодической печати об их научной деятельности, вкладе в развитие почвоведения (А.А. Ярилов, Л.И. Прасолов, Н.В. Орловский, М.Г. Танзыбаев, А.А. Зайцева, Э.Ф. Госсен, А.И. Игнатович, Е.Н. Савин и др.). Статьи о Н.В. Орловском, Н.Д. Градобоеве, С.А. Коляго были помещены в Энциклопедии Республики Хакасия. Нами изданы книги воспоминаний Н.В. Орловского и А.В. Куминовой. Результаты наших исследований нашли отражение в Мелиоративной энциклопедии, Энциклопедии агролесомелиорации России, в федеральных учебниках и рекомендациях, системах ведения сельского хозяйства в засушливых условиях, нормативной литературе и справочниках.

Особое место в нашей работе по популяризации знаний о почвах, всегда занимала подготовка и публикация статей в общероссийской газете «Сельская жизнь», в газетах «Сибирский округ», «Колос Сибири», «Красноярский рабочий», «Хакасия», «Тувинская правда». При этом, первая статья «Земля у нас одна» была опубликована в 1968 г. в газетах «Молодой сибиряк» (г. Омск), и «Красноярский комсомолец». По нашей инициативе и активном участии были приняты решения властных структур, изготовлены и установлены мемориальные доски Н.В. Орловскому в г. Красноярске, А.А. Ярилову в г. Минусинске, А.А. Ярилову и Н.Ф. Катанову в г. Абакане, М.Г. Танзыбаеву в с. Зеленое (Хакасия), Т. Цагаанбанди в г. Улаангоме (Монголия).

Пропаганде и популяризации знаний о почвах способствовала моя активная работа в общественных организациях (комсомол, НТО лесного хозяйства, НТО сельского хозяйства, Общество почвоведов, Общество охраны природы) работа в университете охраны природы, многолетнее сотрудничество с Минусинским региональным краеведческим музеем им. Н.М. Мартынова и Хакасским республиканским краеведческим музеем им. Л.Р. Кызласова, республиканской библиотекой, издание различных информационных материалов, рекомендаций для работников производственных организаций, буклетов, плакатов и календарей, организация выставок.

Работа рекомендована Ученым Советом НИИ аграрных проблем Хакасии Россельхоз-академии 06 февраля 2014 г. (протокол № 2) и Хакасским отделением Общества почвоведов им. В.В. Докучаева (на заседании 6 февраля 2014 г.).

УДК 631.4

НЕДЕЛЯ ПОЧВОВЕДЕНИЯ В ПЕРМСКОЙ ГСХА

И.А. Самофалова

ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, samofalovairaida@mail.ru

Обучая студентов, мы попадаем в замкнутый круг: преподавая теорию без приложения к практике самостоятельного исследования предмета, мы имеем отсутствие заинтересованности студентов в дисциплине.

Идея о проведении *Недели почвоведения* возникла благодаря студентам 5 курса специальности «Почвоведение», которые изучали дисциплину «История и методология почвоведения». В результате изучения дисциплины студентам необходимо было просмотреть достаточно большой объем литературы, систематизировать знания по истории и методологии почвоведения. Мне хотелось, чтобы студенты подошли к изучению предмета не формально, а проявили заинтересованность и стремление найти интересный материал. Кроме того, если стремиться к популяризации почвоведения в обществе независимо от

специфики деятельности людей, было бы жалко найденную информацию рассказывать только в группе друг перед другом. Хотелось донести интересные факты, события, истории, достижения почвоведения в системе естественных наук и до студентов других специальностей, сотрудников академии.

Рассказывая студентам, о Василии Васильевиче Докучаеве, я не упустила возможности рассказать о его просветительской деятельности среди населения России, и о том, какое большое значение он придавал этому. В.В. Докучаев в своих работах неоднократно писал о необходимости популяризации почвоведения и сам выступал с публичными лекциями. Считаю, что и в настоящее время, актуальными являются слова В.В. Докучаева: «Наша экономическая отсталость, наше незнание истощили почву, а не истощение почвы породило наше незнание, нашу отсталость».

В результате изучения курса, я предложила студентам, как одну из форм обучения – участие в организации круглых столов и семинаров по некоторым вопросам почвоведения для широкого круга слушателей. Студенты активно откликнулись и поддержали мою идею. Мы сообща составили круг обсуждаемых вопросов и план мероприятий во время *Недели почвоведения*, посвященной 150-летию Р.В. Ризположенского и 85-летию Почвенного института имени В.В. Докучаева, проведение которой назначили на 10–15 декабря 2012 года.

Каждый день проходили публичные тематические мероприятия в читальном зале научной библиотеки, где сотрудниками библио-справочного отдела были подготовлены экспозиции по темам круглых столов. Каждый желающий мог посмотреть не только современную литературу, представленную на выставке, но и прикоснуться к источникам, дошедшим из позапрошлого века, в том числе и к почвенной карте, составленной В.В. Докучаевым, Н.М. Сибирцевым и др. в 1900 г.

Первый день *Недели почвоведения* – 10 декабря – приурочен к дню защиты В.В. Докучаевым докторской диссертации «Русский чернозем» в 1883 году. Именно чернозем сыграл исключительную роль в развитии почвоведения, о чем сказал В.И. Вернадский (ученик В.В. Докучаева): «Чернозем в истории почвоведения сыграл такую же выдающуюся роль, какую имели лягушка в истории физиологии, кальцит в кристаллографии, бензол в органической химии».

За неделю с 10 по 15 декабря в академии прошло много мероприятий:

- круглые столы и семинары на темы «В.В. Докучаев – основоположник генетического почвоведения», «Докучаевская парадигма естествознания. Уникальность научной школы В.В. Докучаева», «Школы почвоведения в России» (МГУ, МСХА, СПбГУ, ПСХИ, почвоведы Сибири)», «Влияние российского почвоведения на зарубежную науку в XX в», «Басеги – одно из чудес Пермского края», «Участие студентов кафедры почвоведения в научно-исследовательской деятельности заповедника и в почвенном обследовании территории «Басеги»»;

- встречи с выпускниками академии;

- научно-практический англоязычный семинар «Информационные технологии в науке и жизни», где студентами были представлены 10 докладов и презентаций на английском языке по использованию информационных технологий в почвоведении;

- конкурсы студенческих групп: «Визитная карточка группы», кроссворд по почвоведению, стенгазета «Студент и почвоведение», конкурс почво-тортов, конкурс эмблем групп.

В мероприятиях, заявленных, в программе *Недели почвоведения* (круглые столы, семинары) участвовали не только студенты академии, но и преподаватели кафедр почвоведения, агрохимии, экологии и др. Кроме того, участниками *Недели почвоведения*, были учащиеся 8 класса школы № 50, для которых знакомство с почвоведением, как наукой, было интересным открытием, к которому они прикоснулись, занимаясь научно-исследовательской работой с учителем биологии Пестовой Н.М. и преподавателями кафедры

почвоведения доцентом Самофаловой И.А., Власовым Н.М. Ребята были очень довольны и не пожалели о своем времени, проведенном в стенах нашей академии.

Культурно-информационный центр академии ежедневно освещал события каждого дня *Недели почвоведения* и давали анонс мероприятий следующего дня на сайте академии.

Оценивая результаты мероприятия, хочется отметить, что оно достигло тех целей, на которые было направлено. В первую очередь, это развитие творческой инициативы молодежи, проявление себя как личности, так как ребята понимали всю ответственность заявленной тематики и выступления с докладом на широкую аудиторию. Во время проведения *Недели почвоведения* обострилось чувство коллективизма среди ребят-организаторов-участников. Кроме того, состоялось знакомство студентов других специальностей и факультетов, сотрудников академии с наукой почвоведения, ее достижениями и учеными, благодаря которым эта отрасль естествознания развивалась.

Окунувшись в подготовку докладов, презентаций, тренировку умения донести свой материал до слушателей, мне кажется, ребята прошли отличную школу.

Таким образом, студенты 5 курса внесли свой вклад в просвещение современного общества в области знаний почвоведения. Такая новая деятельность в стенах академии ребят вдохновила. Студенты предложили сделать традицией кафедры проведение *Недели почвоведения* в академии.

УДК 631.4

НАДО ПОПУЛЯРИЗОВАТЬ ПОЧВОВЕДЕНИЕ ПО ЕГО НОВЫМ СОВРЕМЕННЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ

Е.В. Шеин

Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, 119191, Москва, Ленинские горы,
evgeny.shein@gmail.com

Давайте попробуем поучиться популяризации науки у современных научно-популярных журналов. Откроем за последние года два такие маститые научно-популярные издания как «Знание-сила» и «Наука и жизнь». К сожалению, почвоведения там нет, ну, или почти нет. К счастью, встречаются научно-популярные статьи (А. Смагин, 2013; И. Курганова, В. Кудеяров, 2012; А. Степанов, 2011; Е. Шеин, А. Федотова и др., 2011) в журнале «Наука в России». Интересные, увлекательнейшие статьи. Но эти статьи посвящены в большей степени циклам углерода, предостережениям о потере нашими почвами гумуса, «обнищанию» почв. Это, безусловно, очень важный и научно-значимый факт, но скорее относящийся к уже слегка поднадоевшей всем наукам проблеме парникового эффекта. О почвоведении, как о современной науке с её особой притягательной силой, о перспективах и возможностях этой науки остается только догадываться.

Посмотрим и проанализируем другие близкие науки в научно-популярных журналах. Например, географию. Географы после того, как описали, измерили и закартировали всё на Земле, окунулись в экологию, посчитав её родственной природопользованию. Ведь природа – это их область! Но, к сожалению, про природу они мало пишут. Если только о каких-нибудь супер-интригующих, загадочных и диких местах, заповедниках. А вот в перелистываемых журналах, если и встречаются статьи по географии, то это, как правило, демография, социальная география, народонаселение, – те области, которые начали развиваться в последнее время очень активно, в связи с глобалистикой и геополитическими устремлениями всех правительств. Или о суперсовременных направлениях в географии, таких как культурная и гуманитарная география. Даже новый журнал появился недавно: «Культурная и гуманитарная география»! Иначе говоря, о географии в научно-

популярных журналах пишут прежде как об очень современной науке о народонаселении и природных ресурсах, – пишут о самом модном и актуальном.

Попробую-ка просмотреть научно-популярные статьи по физике, ведь эта область для меня совсем «чистая», полное «белое пятно», почти ничего не представляю и не знаю про современную физику. Чем же в этом случае увлекают физики? Адронным коллайдером? Встречается. Но очень непонятно. Взрывом-прародителем Вселенной? Бывают такие статьи, но по мне совсем уж фантастика. Большей частью статьи по астрофизике, про современные космические аппараты, про ближайшие планеты, про черные дыры и белые карлики. Это тоже непонятно, но представить и возбудить фантазию уже легче. А главное – тоже очень современно, увлекательно, а для пожилого поколения и эмоционально, – не летит на Землю метеорит? Итак, и здесь, в физике, пишут об очень современном и актуальном. Вывод, – надо писать о почвоведении, не как о науке, изучающей некоторые горизонты, профили и не совсем понятную эволюцию, а о её, почвоведении, современных новых направлениях, приборах и интересах.

Надо, видимо, попробовать привести пример предыдущего тезиса о популярном представлении модного и современного почвоведения, – как это сделать? Ну, например, надо написать популярно и научно о гранулометрии почв. Видимо, надо сначала заинтриговать проблемой. Как посчитать количество (или массу, объемы) частиц разного диаметра. Причем в обычных почвах частиц очень маленьких, меньше 1/100 мм (или 10 мкм) очень много, часто больше 40 %, а частиц меньше 1 мкм – нередко больше 20 %. Их-то как посчитать, под микроскопом? Нет, ничего не получится, очень уж частички эти близко примыкают друг к другу, не разделишь, не отличишь. Вот тогда придумали разделять частички по скорости их падения в воде. Здесь можно сделать вставку про сэра Джорджа Габриеля Стокса, великого физика и математика, который далеко не первым, а как нередко указывают, четвертым или пятым из великих ученых вывел уравнение падения шара в стоячей воде. А вот именно это уравнение и называют (почему-то?!) уравнением Стокса (а не Коши, не Сен-Венана). Удивительная вещь – признание ученого человечеством! Множество полузабытых, но чрезвычайно эмоциональных историй хранит эта область науки. Здесь и споры-ссоры Ньютона с Гуком, и Докучаева с Костычевым, и Качинского с Роде. Целая область для эмоциональной научно-исторической вставки. Но вернемся к гранулометрии.

Итак, закон Стокса, связывающий диаметр шарообразной частицы со скоростью её падения в жидкости. Так появился способ разделить частички разного радиуса по скорости их падения в воде. Разделить и измерить количество, отобрав пробу суспензии на определенной глубине через определенное, предсказанное уравнением Стокса, время. Но дело это кропотливое, долгое, и ошибки возникают немаленькие. Особенно с почвами, так как в почве есть частицы не только минеральные, а еще и органические, которые по-другому падают, так как имеют другую плотность. Что же делать? Неужели с начала прошлого века не появилось новых современных способов «увидеть» и посчитать частицы в почве? На помощь пришел лазер. Если лазерный луч падает на частичку, он отражается. Причем под разным углом от частицы маленькой (у нее кривизна поверхности больше) и от большой. Образуется из отраженных лучей дифракционная картина, которую можно расшифровать так, чтобы вычленить количество маленьких и больших частиц. Т.е. определить гранулометрический состав почв. Здесь тоже возникают трудности, – ведь поверхности почвенных частиц часто очень различны, покрыты всевозможными пленками, например, железистыми или органическими. Все-таки было бы хорошо как-то почвенные частицы просеять на ситах, что осталось на сите, то крупнее ячейки сита. Что мельче, то просыпалось вниз. А ниже подставить еще более мелкое сито. Так и рассеяли бы почву. Но нет, не получается, нет таких сит с диаметром 1 мкм, чтобы на них рассеять почву. Опять-таки, частицы слипаются друг с другом, через такие маленькие отверстия не проходят. А что если придумать устройство, чтобы частички почвы двигались в каком-то растворе (например, соляном), проходили бы через какую-то преграду с капиллярами

диаметрами больше, чем сами частицы, В этом случае, каждая частица, проходя через капилляр выталкивала бы объем соляного раствора, равный своему же объему. А мы бы прохождение частички измеряли по скачку электропроводности раствора. Чем крупнее частичка и чем их больше проходит через наши капилляры, тем больше будут скачки электропроводности. И такой прибор был создан, прекрасно работает. Главное, – фантазия, изобретательность и знание физических законов. И тогда можно изучать самые сложные природные объекты, даже такие сложные, как почвы.

Может и у вас, прочитав эту статью, появятся идеи, как посчитать маленькие почвенные частицы, как измерить их диаметр и количество? Давайте, подумаем, попробуем привлечь наши знания физических законов, законов химии, математики. Ведь с 1848 года, со времени написания Стоксом его великого уравнения, дело в этом направлении двигалось медленно. И быть может, вашим именем, как именем Стокса, назовут кратер на Луне, на Марсе.

Ну вот, как-то так, написать о современном приборе, о новом направлении, например, новое о почвенном гумусе, или о специфических почвенных каналах – «о преимущественных потоках», или о математических моделях, пытающихся прогнозировать поведение в почве удобрений, радиоактивных элементов. Или о почвенной томографии! Очень интересно всем и очень современно. Обязательно, о самом современном, новом и даже чуть непонятном (это для эмоций!) нам самим!

Шеин Евгений Викторович, заведующий кафедрой физики и мелиорации почв факультета почвоведения МГУ имени М.В.Ломоносова, – обладатель грантов конкурса научно-популярных статей РФФИ, лауреат Соровских премий за лучшие научно-популярные статьи.

Популяризация знаний о почвах в музее

УДК 631.4

ПОЧВЕННО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ МУЗЕЙ КАФЕДРЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА им. С.М. КИРОВА

Б.В. Бабилов, Л.С. Богданова, М.Б. Субота, В.В. Часовская

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им.С.М.Кирова,
subota_m@mail.ru, lidun80@mail.ru.

Почвенно-геологический музей кафедры почвоведения и гидромелиорации является лучшим среди лесных вузов России. В настоящее время музей включает 3 отдела: почвенный, геологический и исторический.

Основы музея кафедры почвоведения заложены в 1864 году, когда в Петербургский лесной институт был приглашен на должность профессора органической и сельскохозяйственной химии профессор А.Н. Энгельгардт.

В это время почвы только начали изучать. Организовывались экспедиции в разные природные зоны России, откуда привозились почвенные монолиты и почвенные образцы. Так постепенно на кафедре почвоведения стала формироваться коллекция почвенных образцов и почвенный музей.

Часть почвенной коллекции поступило на кафедру из г. Казани – это так называемая «Коллекция Р. Рисположенского». Рисположенский – географ по образованию, выпускник Казанского университета, участвовал в создании музея природопользования в г. Казани, где значительную часть экспозиции занимали почвенные монолиты из разных природных зон России. В дальнейшем часть почвенных монолитов была разослана высшим учебным заведениям России, в числе их оказался и Лесной институт. Другая часть почвенной коллекции поступила в 1890 году от Г.Н. Боча, бывшего студента лесного института. Как отмечала в записке по истории кафедры в 1951 году заведующая лабораторией С.И. Юркина, Г.Н. Боч принял наибольшее участие в организации музея. Его научная энергия и тонкий вкус дизайнера позволили при агрохимической лаборатории организовать коллекцию почвенных монолитов. В 1901 году почвенная часть коллекции музея была сформирована. В 1902 году Г.Н. Боч был приглашен работать на кафедру почвоведения, где он под руководством проф. П.С. Коссовича выполнил описание образцов почвенной коллекции. Генетическую и физико-химическую характеристику почвенных образцов дали проф. П.С. Коссович и С.А. Захаров [1].

Большая часть коллекции представлена почвенными монолитами, взятыми в разных природных зонах России, поступившими в музей более 100 лет назад. Это – тундровые почвы, почвы таежно-лесной, лесостепной, степной зон, а также почвы степей, полупустынь, сухих и влажных субтропиков. Общее количество почвенных монолитов более 60.

Кроме постоянной экспозиции монолитов почв, на кафедре есть учебная коллекция монолитов почв таежно-лесной зоны (подзолистые, болотно-подзолистые, болотные почвы), а также монолиты городских почв (почвы садов и парков г. Санкт-Петербурга). Эти почвы студенты изучают на лабораторных занятиях. Учебная коллекция время от времени меняется, так как каждый год студенты на учебной практике берут новые монолиты почв.

В 1934 году на кафедре почвоведения после объединения ее с кафедрой геологии и минералогии появились экспонаты геологической коллекции.

24 июля 1863 г. последовало «высочайшее повеление» о переводе Земледельческого лесного института из Горы-Горок (Оршанский уезд Могилевской губернии) в Санкт-Петербург. Это было связано с революционными волнениями в Польше и присоединением части студентов к восстанию. От Горы-Горского института Санкт-Петербургский земледельческий институт получил существенное пополнение библиотеки, учебных пособий, в том числе и коллекцию минералов [2]. К 1871 году, когда кафедрой геологии и минералогии заведовал академик Н.И. Кокшаров, уже была сформирована геологическая коллекция. Во время заведования кафедрой геологии профессором С.А.Яковлевым коллекция минералов и горных пород продолжала пополняться. К 1934 году на кафедре было собрано до 500 экземпляров горных пород и около 2000 минералов.



В настоящее время в постоянной экспозиции представлены все классы минералов и горных пород. Собрана большая коллекция, насчитывающая более 2 тысяч минералов и их разновидностей, примерно столько же горных пород. Представляют интерес редкие минералы, такие как гранаты, бирюза, янтарь, берилл и коллекция стразов исторических алмазов. Имеются редко и средне встречаемые формы минералов: щетки, жеоды и друзы аметиста, отдельные кристаллы горного хрусталя и черного кварца, розы гипса и другие. Большая коллекция агатов и яшм. С точки зрения систематики горных пород и минералов в коллекции музея имеются представители всех классов, групп и подгрупп.

Почвенно-геологический музей кафедры является основой изучения преподаваемых на кафедре основ геоморфологии ландшафта и лесного почвоведения и регулярно посещается учащимися школ города Санкт-Петербурга и лесного колледжа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боч Г.Н. Описание и анализы образцов учебной почвенной коллекции. Отчет Сельско-Хоз. Хим. Лаб., 1907.
2. Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия. Страницы истории, 200 лет. СПб, 2003.

ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ И РЕАЛИЗАЦИЯ
ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА
«ЭЛЕКТРОННЫЙ МУЗЕЙ ПОЧВОВЕДЕНИЯ им. С.А. ЗАХАРОВА»

О.С. Безуглова, О.М. Голозубов, Ю.А. Литвинов

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, oleggolozubov@gmail.com

Кафедра почвоведения и оценки земельных ресурсов Южного федерального университета (РГУ) ведет образовательную деятельность с 1935 года. Для ее организации в университет был приглашен ученый с мировым именем, опытный педагог, профессор Сергей Александрович Захаров – ученик и последователь В.В. Докучаева – основателя науки о почве. За минувшие годы на кафедре накопилось много интересных материалов: учебно-методические работы и демонстрационные коллекции горных пород и минералов, почвенные монолиты, почвенные образцы, демонстрирующие разнообразие почвенной окраски, структуры, исторические документы, фотографии, в том числе уникальные полевые дневники самого С.А.Захарова, книги из его личной библиотеки с автографами и т.д. Они были собраны в музей кафедры имени её основателя Сергея Александровича Захарова.

Музей почвоведения им. С.А. Захарова является действующим учебным кабинетом, в котором проводятся лекционные и практические занятия. Создание виртуального музея почвоведения, выполненного в форме веб-сайта, и размещенного в сети Интернет, позволит ознакомиться с его экспозицией студентам разных факультетов ЮФУ и других ВУЗов, школьникам и всем тем, кому интересны естественные науки и история своей страны.

Создание такого виртуального музея – особый вид научно-исследовательской работы, цель которой разработка структуры музея и реализация её в программном комплексе «Виртуальный музей почвоведения им. С.А. Захарова». Для достижения данной цели разработчики наметили следующие задачи:

1. Изучение и фотографирование материалов почвенного музея им. С.А. Захарова.
2. Обработка полученных фотографий и их систематизация.
3. Работа с литературными источниками и архивными материалами музея.
4. Сканирование архивных материалов и их систематизация.
5. Разработка структуры программного комплекса.

Программный комплекс «Виртуальный музей почвоведения им. С.А. Захарова» имеет следующую структуру:

1. Почвенный покров России и стран СНГ;
 - А. Почвенный покров Ростовской области;
 - В. Почвенный покров СНГ;
 - С. Морфология почв
 - Д. Горные породы и минералы
 - Е. Список литературы.
2. История кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов;
 - А. Становление кафедры почвоведения (1935–1950 гг.);
 - а) Биография С.А. Захарова, его вклад в развитие почвоведения;
 - В. Преемственность и дальнейшее развитие идей С.А. Захарова на кафедре (1951–1995 гг.)
 - С. Развитие кафедры на современном этапе (1995–2013);
 - Д. Фотоальбом выпускников;

3. Контактная информация;

4. О разработчиках.

Первый раздел музея посвящен почвенному покрову Ростовской области и стран СНГ, в него вошли фотографии почвенных монолитов и данные описания почвенных разрезов из различных уголков Ростовской области и стран бывшего Советского Союза: тундровые и подзолистые почвы, серые лесные и бурые лесные почвы, черноземы, красноземы, сероземы, солонцы и т.д. Программный комплекс позволяет просмотреть каждый почвенный монолит в деталях и прочесть информацию о географическом распространении данного типа почв, их плодородии и особенностях строения.

В разделе «Морфология почв» можно ознакомиться с морфологическими свойствами почвы – почвенными образцами, представляющими собой коллекцию разнообразных структурных отдельностей, окрасок, гранулометрического состава, новообразований и т.д.

Второй раздел «История кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов» посвящен истории кафедры почвоведения. В нем помещены исторические документы, архивные фотографии с подробными комментариями.

Отдельное место занимает архив фотографий выпускников за весь период существования кафедры.

В разделе контактной информации размещены описания электронных ресурсов по почвоведению, разработанных сотрудниками кафедры. Здесь помещены аннотации на электронные учебники, методические пособия, часть из которых доступна для свободного скачивания.

В этом же разделе размещены ссылки на сайты кафедры, содержащие картографическую, статистическую информацию о почвах Ростовской области, приведены краткие описания.

Одним из наиболее ценных экспонатов в данном разделе является восстановленная, оцифрованная и векторизованная карта почв Ростовской области, выполненная в 1939 году под руководством профессора С.А. Захарова. Эта работа была выполнена в рамках проекта «Электронный почвенный атлас Ростовской области». Результат представляет собой CD-диск, содержащий кроме упомянутой карты также топографическую основу масштаба 1:100 000, карту почвообразующих пород, карту растительности, и т.д, всего более 20 тематических карт в виде слоев, выполненных в единой географической системе координат и использующих ГИС-оболочку свободно распространяемой программы ESRI ArcReader.

Программные комплексы «Электронный музей почвоведения им. С.А. Захарова» и «Электронный почвенный атлас Ростовской области» доступны как в сети Интернет, так и в виде локальных ресурсов, и будут представлены на проводимой во время конференции выставке. В настоящее время экспозиция музея размещена в интернете <http://www.soilmatrix.ru/museum/>, хотя далеко не все разделы оформлены в окончательном виде. Работа продолжается.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ ЗНАНИЙ О ПОЧВАХ СРЕДСТВАМИ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Е.И. Дариус, В.И. Овцинов

Государственный художественный музей Алтайского края,
Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул
elenadarius@mail.ru; agau-nir@mail.ru

Причина возникновения и падения наций лежит в одном и том же. Расхищение плодородия почв обуславливает их гибель. Поддержание этого плодородия – их жизнь, богатство и могущество.

Юстус Либих

В 2014 году отмечается шестидесятилетний юбилей освоения целинных и залежных земель. Подводя итоги целинной эпопеи, с высоких трибун сообщают о вовлечении в сельскохозяйственный оборот миллионов гектаров земель, росте сборов зерна, развитии животноводства и сельской культуры. Все это так. Но не все результаты озвучиваются.

Вот уже более полувека распахиваются алтайские черноземы – главное достояние земледельцев Алтая. Срок ничтожно малый, в сравнении со временем естественной эволюции этих почв, измеряемым тысячелетиями. Однако, за несколько десятилетий почвы изменились сильнее, чем за целое тысячелетие. К сожалению, изменения эти, как правило, негативны и порой очень значительны. Так, например, содержание гумуса – важнейший показатель плодородия и экологической устойчивости почв, снизилось на многих территориях на 50 % и более. В составе гумуса отмечается увеличение доли фульвокислот, что способствует возникновению тенденции подкисления пахотных почв. Выявляется также ухудшение ряда химических, физико-химических и физических свойств почв, подавление почвенной биоты и микрофлоры. Отмечаемые изменения почв снижают их плодородие и ценность, как основного средства производства в сельском хозяйстве и ставят под угрозу нормальное их функционирование как важнейшего элемента ландшафта [1].

Очевидно, что возникновение названных проблем является следствием недостаточных знаний о почвах у землепользователей всех категорий. К сожалению, знания о почве большинства граждан ограничивается тем, что это верхний слой земли на котором растут растения. Большинство людей воспринимают почву как некий безликий субстрат, в который нужно поместить семена или рассаду и при надлежащем уходе за ними будет получен хороший урожай. Концентрируя свое внимание на растении, земледельцы часто забывают о почве. А между тем, растение, да простят нас коллеги ученые за данное сравнение, – это всего лишь вымя, и без коровы молока не получить. Поэтому, как животновод кормит и заботится о корове, уделяя должное внимание и вымени, так и земледelec должен, в первую очередь, заботиться о почве.

Однако, как известно, многие земледельцы – индивидуальные предприниматели (главы КФХ) не имеют специального образования и руководствуются в своей деятельности лишь экономическими соображениями, воспринимая почву, как нечто неизменное. Во-первых, землепользователям нужно осознать, что почва – это не просто субстрат, необходимый для размещения корней растений. Почва – это совершенно уникальное, по своему живое и до конца еще не познанное создание природы. В ней живут микроорганизмы, тысячи видов почвенных животных (червей, нематод, насекомых и др.), корни растений. В результате их деятельности в почве образуется особый биологический концентрат – гумус. Именно гумус придает темную окраску почве, многократно улучшает ее свойства в сравнении с почвообразующей породой и делает ее более плодородной и бла-

гоприятной для растений. Во-вторых, необходимо знать, как образуются почвы и, что влияет на их качество. Только тогда можно грамотно их использовать.

Поскольку проблемы использования почвенного покрова возникли, существуют и прогрессируют, мы делаем вывод, что традиционных усилий и методик трансфера знаний недостаточно. Для решения проблемы требуются дополнительные усилия и новые современные подходы.

Значительным потенциалом в решении проблем рационального использования и охраны почв обладают современные информационные технологии, так как почти 100 % людей молодого и среднего возраста проявляют к ним интерес и с удовольствием регулярно пользуются какими либо их видами.

На первом месте по полярности в настоящее время находятся социальные сети. Функционал порталов соцсетей позволяет создавать целевые группы пользователей, на страницах которых может быть размещен разнородный контент: от текстов и ссылок на сайты, до видеофильмов и компьютерных программ. Участники групп могут приглашать вступить в группу своих друзей, делиться понравившейся информацией с другими пользователями сети, в том числе, и не входящими в группу. Таким образом, количество участников и посетителей группы может быстро расти, и это позволит донести знания о почвах и проблемах их охраны и использования до большого количества граждан.

Еще одной масштабной площадкой распространения знаний о почвах могут стать информационно-справочные системы: Google Maps, Google Earth, Яндекс-Карты, 2GIS, Алтай-Медиа и т.п. Число их регулярных пользователей достаточно велико. Поэтому использование функционала данных систем по размещению информации пользователями, например, фотоснимков ландшафтов и разрезов почв, предоставляет новые возможности не только для специалистов, но и представляет интерес для рядовых пользователей. В качестве примера можно привести базу InformSoil, которая связана с Google Maps и использует сервис panoramio.com. База данных размещена по адресу: <http://www.panoramio.com/user/4107231> (или <http://photosoil.ru>).

Популярным и эффективным средством доставки информации до заинтересованных граждан являются тематические Интернет-рассылки. Для этого часто используют сервис smartresponder.ru, позволяющий создавать базу подписчиков и проводить легальные рассылки, не являющиеся спамом.

Помимо этого в настоящее время в Интернете существует множество специализированных сайтов, на которых освещаются разнообразные вопросы почвоведения и землепользования. Однако они привлекают главным образом студентов и ученых. Для того чтобы их видело большее число потенциальных пользователей нужно добиться того, чтобы в поисковых запросах они имели высокую релевантность, и поисковые системы включили бы их в разряд контекстной рекламы. Для этого можно использовать специальные технологии по «раскрутке» сайтов, позволяющие, например, оптимизировать их контент для обеспечения наибольшей популярности в своем секторе.

Одним из видов информационных технологий, направленных на охрану почв может быть общедоступный on-line калькулятор расчета бонитета и экономической оценки почв сельскохозяйственного назначения. Применяя его, каждый землепользователь сможет оценивать состояние своих почв в динамике. Поскольку результат расчета будет выводиться в рублях, то это будет способствовать пониманию землепользователями важности сохранения и повышении плодородия почвы.

Мы убеждены, что использование, как названных в тезисах, так и иных видов современных информационных технологий будет способствовать повышению эффективности распространения и популяризации знаний о почвах, проблемах их охраны, а в конечном итоге – решению этих проблем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Морковкин Г.Г. Антропогенная трансформация почвообразования и плодородие черноземов в системе агроценозов: состояние проблемы // Вестник АГАУ. Барнаул, 2001. №4. С. 161–163.

ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ НАУКИ О ПОЧВАХ В
ВЫСТАВОЧНО-ПРОСВЕТИТЕЛЬСКОМ ПРОЕКТЕ «ОБРАЗ ЗЕМЛИ
В МАТЕРИАЛЬНОЙ И ХУДОЖЕСТВЕННОЙ КУЛЬТУРЕ РОССИИ»

Е.И. Дариус, В.И. Овцинов

Государственный художественный музей Алтайского края,
Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул,
elenadarius@mail.ru, agau-nir@mail.ru

С древних времен земля была для людей одним из самых мистических, непостижимых понятий, от которых зависела их жизнь. Сам факт существования человека был связан с землей, на которой он жил.

«Из духа земли вырастает душа народа», – говорил писатель и мыслитель Вальтер Шубарт [1]. Испокон веков всей своей жизнью наши предки были привязаны к земле – ее просторам, ритмам, красоте, жестким условиям, которые изначально во многом и определили жизненное устройство русского народа. С древних времен славяне почитали землю. Плодородие Земли, ее способность рожать хлеб и кормить людей делали ее в глазах человека всеобщей матерью.

Архитепический образ земли как матери, «матушки-кормилицы», постепенно соединился с образом Алтайской земли, являющейся со второй половины восемнадцатого века, времени первых переселившихся на Алтай крестьян, родиной неустанного подвижничества и хлеборобского труда. «Хлебным регионом», «Житницей Сибири» называют Алтайский край, входящий в первую пятерку регионов России по объему производства зерна.

В настоящее время Алтайский край продолжает наращивать свой аграрный потенциал. На это указывают беспрецедентные размеры финансовой поддержки сельскохозяйственной отрасли. Так, в 2013 году из краевого и федерального бюджетов на эти цели было выделено свыше шести миллиардов рублей. На 2014 год запланированы еще большие ассигнования. Большое значение при этом уделяется и вопросам изучения, сохранения и восстановления плодородия почв. Еще в 2012 году, выступая на Собрании Союза фермерских хозяйств Алтайского края, А.Б. Карлин обозначил первый «абсолютный приоритет», определяющий политику региональных властей в области сельского хозяйства: «Прилагать максимум усилий государства и привлекать хозяйствующие субъекты к решению сверхзадачи по сохранению и приумножению плодородия почв – основной животворящей силы, которая позволяет существовать и фермерству, и сельхозпредприятиям, и человеку в целом на этой земле» [2]. Губернатор отметил, что эта задача имеет национальное и транснациональное значение, и высказал убеждение, что все усилия администрации края в этой области получают поддержку и со стороны гражданского общества.

В свете этого Государственным художественным музеем Алтайского края (ГХМАК) и Алтайским государственным аграрным университетом (АГАУ) был разработан выставочно-просветительский трансмузейный проект «Образ земли в материальной и художественной культуре России», тема которого видится актуальной и востребованной в наши дни.

Основная цель проекта – популяризировать научные знания и разносторонние взгляды (художников, искусствоведов, почвоведов) на различные вопросы, связанные с изучением и использованием земли. Она определена необходимостью всестороннего рассмотрения, освещения и популяризации различных вопросов, посвященных теме земли, как в художественном (изобразительном), так и в научном (почвоведение) аспектах ее осмысления.

Разработка и осуществление проекта будет проводиться художественным музеем Алтайского края в сотрудничестве с кафедрой почвоведения и агрохимии Алтайского государственного аграрного университета с 2014 по 2016 гг. Этот новый организационный формат позволит расширить формы работы музея и ВУЗа, установить нового рода отношения с профессиональной целевой группой населения (преподавателями АГАУ и других вузов, имеющих естественнонаучные направления, почвоведцами, агрономами, агрохимиками, земледельцами, искусствоведами, культурологами, музееведами и др.). Оригинальность и уникальность проекта заключается в соединении разных наук (искусствоведение, музееведение, почвоведение) и различных подходов в изучении земли. Во введении в экспозиционное пространство художественного музея новых, нетипичных для него экспонатов (монолитов почв, образцов минералов и горных пород и т.п.).

Основная целевая аудитория проекта – учащиеся старших классов школ и колледжей, студенты ВУЗов, взрослая аудитория. Ряд мероприятий проекта будут интересны учащимся младших и средних классов общеобразовательных школ (тематические занятия на выставках проекта, призовые викторины, мастер-классы).

Проект будет включать в себя проведение следующих выставочно-просветительских и научных мероприятий:

- круглого стола «Образ земли в материальной и художественной культуре России», посвященного 60-летию освоения целинных и залежных земель;

- конкурса фотографий «Зеркало ландшафта», по итогам которого планируется проведение выставки победителей (реальной и виртуальной) в ГХМАК и АГАУ;

- выставки в ГХМАК «Земля Алтайская», посвященной 105-летию со дня посещения П.А. Столыпиным степного Алтая, на которой будут представлены произведения ведущих алтайских и российских художников (заслуженных художников РФ Г.Ф. Борунова, М.Д. Ковешниковой, живописцев С.И. Чернова, Ф.А. Филонова, В.А. Зотеева, П.С. Панарина и др.) из фондов ГХМАК с видами степного Алтая, экспонаты (монолиты почв, фотографии ландшафтов) из Почвенного музея АГАУ им. Н.В. Орловского;

- виртуальной выставки «Земля Алтайская» с демонстрацией произведений ведущих российских и алтайских художников из фондов ГХМАК и экспонатов Почвенного музея АГАУ им. Н.В. Орловского с использованием 3-d технологий;

- выставки в ГХМАК «На просторах Алтая», в экспозицию которой войдут произведения ведущих алтайских и российских художников (народного художника РФ М.Я. Будкеева, заслуженных художников РФ Г.Ф. Борунова, Л.Р. Цесюлевича, М.Д. Ковешниковой, художников-пейзажистов С.И. Чернова, Ф.А. Филонова и др.) из фондов ГХМАК с видами предгорного Алтая, экспонаты (минералы и горные породы, фотографии ландшафтов) из Почвенного музея АГАУ им. Н.В. Орловского.

- тематического занятия «Земля алтайская – земля сибирская» для старших школьников, студентов колледжей и ВУЗов с использованием произведений алтайских художников из собрания ГХМАК и экспонатов Почвенного музея АГАУ им. Н.В. Орловского.

Таким образом, за счет синтеза наук почвоведение и искусствоведение, проект позволит сторонам-участникам освоить новые формы работы, расширить свои целевые аудитории и, как следствие, более успешно выполнять свои просветительские, научно-исследовательские и прикладные задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Шубарт В.* Европа и душа Востока / Пер. с нем. М.: Русская идея, 2003. С. 15.
2. *Губернатор назвал приоритеты аграрной политики Алтайского края* [Электронный ресурс]. URL: <http://altai-ter.er.ru/news/2012/4/9/gubernator-nazval-prioritety-agrarnoj-politiki-altajskogo-kрая/> (дата обращения 3.03.2014).

НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ В.В. ДОКУЧАЕВА В ПОЛТАВСКОМ КРАЕВЕДЧЕСКОМ
МУЗЕЕ им. ВАСИЛИЯ КРИЧЕВСКОГО: СОХРАНЕНИЕ,
РАЗВИТИЕ, ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ

С.Л. Кигим, Е.А. Вильмовская

Полтавский краеведческий музей имени Василия Кричевского,
poltava_local_museum@ukr.net

Имя великого естествоиспытателя В.В. Докучаева тесно и навсегда связано с Полтавским краеведческим музеем, одним из старейших научно-исследовательских и просветительских музейных учреждений Украины. Под названием Естественно-исторический музей Полтавского губернского земства он был основан в 1891 г. по инициативе В.В. Докучаева, который уделял огромное внимание пропаганде научных знаний музейными средствами, рассматривая музеи как практические центры научной и просветительской работы. В.В. Докучаев был не только фундатором Полтавского музея, им была разработана концепция его создания и деятельности. Научной задачей Полтавского музея должно было стать – с одной стороны, естественноисторическое изучение губернии, с другой – распространение знаний среди местного населения, практическим заданием – содействие решению вопросов сельского хозяйства, поиски местных полезных ископаемых, особенно строительных материалов, а также снабжение земских училищ местными естественно-историческими коллекциями, организация экскурсий для сельских учителей с целью ознакомления их с местной флорой, фауной, горными породами, почвами и прочее.

В основу открытого в сентябре 1891 г. Естественно-исторического музея были положены коллекции, собранные во время работы экспедиции по комплексному исследованию Полтавской губернии под руководством В.В. Докучаева (1888–1894), сыгравшей значительную роль в истории русского научного почвоведения. По количеству предметов и их систематической обработке они занимали первое место в музейном собрании и включали: 4202 образца почв, 422 – горных пород, коллекцию раковин 32 видов ископаемых моллюсков, гербарий растений – 862 гербарных листа. Позже ценным приобретением музея стала коллекция, подаренная В.В. Докучаевым, раскрывающая его учение о природных зонах – образцы почв из разных почвенных зон, схемы распределения почвенных зон в северном полушарии. Как отмечено в отчете о деятельности Полтавской губернской земской управы за 1899 г., эта коллекция является прекрасным руководством к изучению географии. Связь с созданным музеем В.В. Докучаев не порывал до конца своей жизни. Следил за работой первого заведующего музеем, кандидата естественных наук М.А. Олеховского, давал практические советы по построению экспозиции, помогал музею в получении материалов и необходимой литературы. Для ведения экскурсии по музею и работы сотрудников земства В.В. Докучаев начал составлять короткий популярный очерк местной природы. К сожалению, тяжелая болезнь не дала возможности ученому закончить эту важную для полтавчан работу. В Петербургском отделении Архива РАН хранятся рукописи II, IV и V глав «Популярного очерка природы Полтавской губернии». В 1901 г., в последний приезд в Полтаву, ученый побывал в музее и дал практические советы по созданию экспозиции.

До нашего времени сохранились уникальные экспонаты докучаевской коллекции, а также собраны материалы о жизни и творчестве ученого, которые составляют музейный Фонд В.В. Докучаева, насчитывающий на сегодня около четырех тысяч единиц, которые берегутся в фондохранилище, научном архиве и научной библиотеке музея. Настоящим сокровищем национальной науки и истории является почвенная коллекция, насчитываю-

щая 3802 образца, большинство из которых хранится в оригинальных картонных коробочках и сопровождается этикетками с названиями типа почвы, места и даты отбора пробы.

Большой научный интерес представляет журнал со списками горных пород, почв и материнских пород, составленный участниками докучаевской экспедиции по уездам Полтавской губернии. Это рукопись, состоящая из 284 листов. Особое значение имеют списки горных пород, поскольку коллекция горных пород вместе с палеонтологическими, ботаническими сборами экспедиции и частью образцов почв была утрачена в период немецкой оккупации во время Второй Мировой войны. Фонд В.В. Докучаева включает гипсометрическую карту Полтавской губернии, составленную геодезистом, картографом, А.А. Тилло и изданную в Санкт-Петербурге в 1892 г.; научную отчетность Полтавской экспедиции, написанную ее участниками и опубликованную в 1889–1894 гг. под общей редакцией В.В. Докучаева. Это 15 уездных выпусков и 16-ый – общий по губернии с картами: гипсометрической, почвенной, ледниковых отложений – результат огромной работы, проведенной докучаевской экспедицией на территории Полтавщины.

Среди бесценных мемориальных экспонатов, хранящихся в музее, карманные часы швейцарской фирмы «Павел Буре», которыми пользовался В.В. Докучаев во время работы полтавской экспедиции, и которые он подарил деловоду Полтавского губернского земства Н.М. Матирному в знак признания за оказанную помощь. А также визитная карточка с выражением благодарности, врученная хозяину дома в местечке Новые Санжары, где находилась штаб-квартира экспедиции. На ней – автограф ученого: «Ивану Васильевичу Пивню. Приношу Вам искреннюю признательность за образцовый порядок дачи. Профессор В.В. Докучаев, 11 августа 1891 г.». Еще одним из ценных экспонатов является фотопортрет В.В. Докучаева, на обратной стороне которого дарственная надпись: «Уважаемому и дорогому Михаилу Александровичу Олеховскому на добрую память, май 1896». Из произведений искусства Фонд включает бронзовую скульптуру В.В. Докучаева, выполненную в 1957 г. ленинградским скульптором, членом Союза художников СССР А.Н. Черницким. Часть материалов докучаевского фонда представлена в экспозиции отдела природы (раздел «Почвы Полтавщины») и постоянно действующей выставки «История музея».

Огромное научно-практическое значение имеет хранящаяся в музее коллекция почв. Сравнивая современные почвы с образцами почв докучаевской коллекции, можно проследить, какие изменения произошли с главным природным ресурсом за более чем вековой период. Такая работа проводится с 2012 года учеными Кременчугского национального университета имени Михаила Остроградского и сотрудниками Полтавского краеведческого музея под руководством доктора биологических наук, профессора В.В. Никифорова. Были отобраны микроколичества из музейных образцов и пробы почв в локалитетах, соответствующих местам отбора, произведенного участником докучаевской экспедиции В.И. Вернадским на территории Кременчугского района (уезда) Полтавской области (губернии). Целью исследования является сравнительный анализ изменений микроструктуры и химического состава почв, происшедших за 125 лет. В ходе исследований зарегистрировано среднее увеличение гумуса на 0.8 % в естественных эдафотопсах и потеря органического вещества агрогенными почвами в среднем на 1.1 %. Доказано, что генезис южных полтавских черноземов за последние 125 лет характеризуется преобладанием процессов дегумификации (0.2 % каждые 10 лет) над природной гумификацией в два раза (0.1 % соответственно). Установлено также повышение содержания кремнезема в агроценозах эдафотопов (почти на 10 %) и в естественных биогеоценозах (на 5.5 %), увеличение глинозема в среднем на 3.7 %, снижение концентрации соединений фосфора в среднем в 1.4 раза на фоне увеличения количества веществ, содержащих калий – в 7.5 раз.

Материалы музейного фонда В.В. Докучаева имеют большое прикладное значение, широко используются в научной, экспозиционной, экскурсионной и выставочной работах музея для популяризации научного наследия выдающегося ученого, исследователя эволюции почв в общем и полтавских черноземов в частности.

РОЛЬ МУЗЕЯ ЗЕМЛЕВЕДЕНИЯ МГУ В ПОПУЛЯРИЗАЦИИ
И РАЗВИТИИ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И ОХРАНЫ ПОЧВ

Е.Д. Никитин, С.А. Шоба, Е.П. Сабодина, О.В. Любченко, О.В. Мякокина

Музей земледования МГУ им. М.В.Ломоносова, z1110166@mail.ru

Музей земледования МГУ им. М.В.Ломоносова, по существу, единственный комплексный естественнонаучный музей, в котором почвенная экспозиция занимает равноправное место среди других экспозиций, посвященных природе планеты Земля, ее структурно-функциональным составляющим и их пространственно-временной динамике. В других музеях природы почвенная тематика отражена более чем скромно или даже выпадает.

Почвенная экспозиция Музея земледования размещена в отделе «Природная зональность и почвообразование» и расположена на 25 этаже главного здания МГУ. Являясь незаменимой составляющей Музея земледования, рассматриваемая экспозиция выполняет, несомненно, важную роль в популяризации почвоведения среди различных категорий посетителей.

Какие же аспекты науки о почве и связанные с ней междисциплинарные теоретические и прикладные проблемы популяризирует почвенная экспозиция Музея земледования?

Прежде всего она помогает осознать высокое эколого-географическое разнообразие почв России и сопредельных стран (экспонируется более 220 монолитов). Это весьма важно для пропаганды значимости почвоведения и необходимости его развития в первую очередь как фундаментальной науки с соответствующим обеспечением кадрами, экспериментальной базой и сетью стационарных полигонов для изучения пространственно-временной динамики почвенных разностей в различных природных условиях и в связи с многоплановым антропогенным воздействием.

Поскольку натурная почвенная экспозиция тесно увязана с графической, которая иллюстрирует разнообразие и сопряженность различных компонентов природных зон, имеется возможность убедительного доказательства глубокого нарушения взаимосвязей структурно-функциональных составляющих наземных экосистем при нерациональном воздействии на них человека. Это позволяет обсуждать самые животрепещущие проблемы экологии почв и охраны почвенного покрова и природы в целом.

Кратко осветим вклад Музея земледования МГУ в развитие почвоведения и охраны почвенных ресурсов. Прежде всего отметим значение междисциплинарных трудов сотрудников, работавших по почвенно-географической и экологической проблематике.

Так, широкую известность получила карта почвообразующих пород Европейской части СССР, созданная П.Н.Чижиковым. Нет необходимости доказывать значение работ по экофункциям почв и их сохранению (Никитин, 1977, 1983, 2013; Добровольский, Никитин, 1986, 1990, 2012 и др.; Сабодина, Никитин, Шоба и др., 2008), послуживших основой учения об экологических функциях почв, ставшего ядром экологического почвоведения. А зарождение в Музее земледования идеи создания Красной книги почв и последующее ее наполнение научным и организационно-практическим содержанием?

Ограниченность объема публикации не позволяет нам остановиться на других работах сотрудников Музея, важных для развития почвоведения и охраны почв. Но и сказанного достаточно, чтобы утверждать, что на примере Музея земледования МГУ можно видеть несомненную эффективность труда специалистов, работающих в обстановке комплексного музея, где органически соединены наука, искусство, популяризация целостного природо-ведческого знания и где творческий потенциал ученого реализуется весьма успешно.

Остановимся на значении Музея земледования для преподавания основ почвоведения и географии почв студентам МГУ. Оно велико и проявляется в нескольких аспектах.

Во-первых, ребята имеют возможность общаться с почвенной натурой в любое время год и изучать ее. Во-вторых, у них сразу же зарождается интерес к почвоведению как к фундаментальной междисциплинарной науке, тесно связанной с геологией, географией, биологией и др. Этому особенно способствует ежегодно проводимая по всему музею для первокурсников лекция-экскурсия «Взаимосвязь наук при изучении почвы». Большой популярностью пользуются практические занятия по географии почв, на которых с использованием специально подобранных коллекций монолитов обсуждаются такие темы как: факторы почвообразования и формирования почвенных профилей, экологические почвенные функции, Красная книга и охрана почв и др.

Востребован отдел «Природная зональность и почвообразование» и слушателями курсов по повышению квалификации, осуществляемых факультетом почвоведения МГУ. Тематическое занятие «Экологические функции и охрана почв природных зон» включено в программу данных курсов и пользуется неизменным успехом. И это закономерно, ведь почва в музее показана не изолированно, а как незаменимый компонент ландшафта и планеты Земля. А ценность целостного ландшафтно-географического и планетарного природоведческого знания сейчас очень высока и будет постоянно возрастать.

ЛИТЕРАТУРА

1. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экологические функции почвы. М. Изд-во МГУ, 1986, 137 с.
2. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв. Учение об экологических функциях почв, Классический университетский учебник. Втор. изд. М. Изд-во МГУ, 2012, 410 с.
3. Никитин Е.Д. О создании Красной книги почв // Почвоведение. 1989. №2. С 123–121.
4. Красная книга почв России. Объекты книги и кадастра особо ценных почв. Науч. ред.: Г. В. Добровольский, Е. Д. Никитин. М. 2009. 575 с.
5. Никитин Е.Д. Почвоведение – Землеведение – философия. Избранные работы. М. 2009. 550 с.
6. Никитин Е.Д. Основа жизни на Земле. М. 2010, 219 с.
7. Сабодина Е.П., Никитин Е.Д., Кочергин А.Н., Шоба С.А. Развитие экологических движений. М. 2008. 275 с.
8. Никитин Е.Д., Шоба С.А., Никитина О.Г., Сабодина Е.П. О функциональном сходстве активного ила и почв в контексте междисциплинарных исследований и сохранения биосферы // Вестник МГУ, Почвоведение, сер. 17. № 2, М.: 2008. – С. 47–51.
9. Чижииков П.Н. Карта материнских почвообразующих пород. Составлена в Музее Землеведения МГУ им. М. В. Ломоносова. М., Изд-во МГУ, 1968.

УДК 631.4

О ПРОГРАММЕ «ДЕТСКИЕ ДНИ РОЖДЕНИЯ В МУЗЕЕ»

К.Е. Щеглова

ГНУ ЦМП им. В.В. Докучаева, СПбГУ, thevisage@mail.ru

Одним из популярных вариантов проведения Дня рождения ребенка в настоящее время является праздник в музее. Программа «Дни Рождения в музее» востребована и на сегодняшний день пользуется огромной популярностью во многих музеях, в том числе и в Центральном музее почвоведения им. В.В. Докучаева. Первое день рождения в нашем музее было подготовлено и проведено 24 октября 2009 г.

За пять лет, накопив достаточное количество опыта, сотрудниками была выработана оптимальная программа, которая на сегодняшний день включает в себя познавательные и

игровые моменты, а также чаепитие. Продолжительность мероприятия: 3 часа. Программа рассчитана на детей от 5 до 13 лет и проводится практически каждые выходные, а также в вечерние часы по будням.

В познавательную часть программы включены игра-квест «Найди и угадай», в которой ребята знакомятся с музеем, факторами почвообразования, многообразием почв в мире, почвенными обитателями, историей формирования почвенного покрова Земли. В конце квеста, когда дети выполняют все задания, они находят «клад», заранее приготовленный родителями именинника и спрятанный в условном месте. Этим кладом, как правило, являются фонарики, светящиеся брелки и палочки, необходимые для экскурсии в подземный мир.

После познавательной части ребята поздравляют именинника за праздничным столом, после чего «вооружившись» фонариками вместе с родителями отправляются в путешествие-экскурсию в «Подземное царство», где с удовольствием знакомятся с почвенными обитателями, смотрят познавательные весёлые мультфильмы, отвечают на вопросы и отгадывают загадки. Побывав в «Подземном царстве» малыши, ребята школьного возраста и их родители открывают для себя удивительный мир почвы.

Затем проводится игровая часть мероприятия, в которую включены различные игры, такие как прятки, жмурки, «Море волнуется раз...», шарады, фанты, «Поиск сокровищ» и многие другие. Все игры тематически связаны с музейной экспозицией. Цель экскурсии ненавязчиво заинтересовать ребенка сложным природным объектом – почвой, с которой непосредственно связана жизнь на нашей планете. Игры и конкурсы всегда проводятся с учётом возраста детей. Каждый из ребят в играх получает приз за победу. Эти сувениры также заранее готовят родители именинника.

Программа «День рождения» позволяет не только хорошо провести время детям и родителям, но также побуждает детей проводить исследования и делать открытия.

Для экскурсоводов данная программа позволяет:

- развить креативность, так как экскурсовод играет роль не только строгого экскурсовода-учителя, но и аниматора, который развлекает детей;

- улучшить знания по детской психологии, чтобы использовать их при организации различных видов учебной и творческой деятельности ребёнка, а также для правильного построения системы взаимоотношений и оптимальной организации процесса формирования личности, нахождения правильного подхода к каждому ребёнку, применения соответствующих индивидуальным особенностям ребёнка приемов обучения и воспитания;

- улучшить навыки по конфликтологии, для избегания и/или «разруливания» конфликтных ситуаций на разных уровнях, как во взаимоотношениях с детьми, так и во взаимоотношениях с родителями.

Дни рождения в Центральном музее почвоведения им. В.В.Докучаева являются одной из наиболее игровых форм популяризации науки о почве.

Почвоведение в школу

УДК 37

РОЛЬ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИИ ШКОЛЬНИКОВ

А.Б. Александрова¹, Д.В. Иванов¹, А.Д. Шамаева², И.А. Пименова²

¹Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, adabl@mail.ru

²МБОУДОД «Центр детского творчества микрорайона Танкодром» г.Казани,
ecotank@mail.ru

В настоящее время, в связи с низким интересом общества к почвоведению в целом, крайне актуальна работа по популяризации науки о почве, а также по распространению и углублению основ экологических знаний на всех уровнях и в форме, доступной для учащихся средних школ, лицеев, гимназий.

Одним из путей пробуждения и поддержания у учащихся интереса к почвоведению, а впоследствии и помощи в выборе будущей профессии, является деятельность экологических отделов центров дополнительного образования детей в тесном сотрудничестве с научно-исследовательскими учреждениями регионов.

На базе экологического отдела Центра детского творчества микрорайона Танкодром» (ЦДТ «Танкодром») г. Казани совместно с сотрудниками Института проблем экологии и недропользования АН РТ (ИПЭН АН РТ) по направлению «почвоведение» ежегодно занимаются 75 человек. Занятия проводятся по адаптированной программе «Почвоведение и экология» и «Экологический мониторинг» в группах по 15 человек с учащимися 8–11 классов, по 4 часа в неделю в форме экскурсий, лекций и практических занятий. Необходимость создания адаптированной программы обусловлено трудностью изучения почвы как объекта, сочетающего в себе живое и неживое, а также отсутствием наглядности и краткостью изложения некоторых тем в школьных учебниках. В адаптированной программе внесены изменения и сокращены некоторые темы общего и частного почвоведения, охраны почв от антропогенных воздействий, рассматриваются основные типы почв Республики Татарстан (РТ), большое внимание уделено ознакомлению с Красной книгой почв РТ, делается акцент на практические занятия. Поскольку в теплое время учебного года (осень, весна) большая часть занятий проходит в форме экскурсий, учащиеся постепенно приобщаются к исследовательской тематике и в последствие делают выбор в пользу научно-исследовательского направления.

Научно-исследовательские работы выполняются учащимися, как на территории города, так и за его пределами. Выполнение работ в пределах городской черты начинается с экскурсионных маршрутов по зеленой зоне г. Казани. Маршрут выбирается в зависимости от темы будущей научной работы. Наиболее удобными с точки зрения изучения естественных почв являются участки лесопарковой зоны города, антропогенно-преобразованных почв – пришкольные территории.

На природе учащиеся под руководством педагога знакомятся с компонентами ландшафта: растительностью, рельефом, почвами, почвообитающими организмами. Учащиеся ведут свои полевые дневники, в которых записывают тему, объекты и методы исследования, делают зарисовки, фотографируют исследуемые объекты и этапы работы.

На заранее выбранных участках лесопарковой зоны учащиеся вместе с педагогом в течение нескольких занятий-экскурсий изучают почвенные условия формирования различных типов леса (сосняки, липняки, березняки). Ребята учатся определять растения,

описывать рельеф, закладывать почвенный разрез и фиксировать географические координаты места его закладки. После закладки почвенного разреза, под руководством педагога описывают морфологические признаки почвенного профиля (мощность почвы и ее горизонтов, окраску, гранулометрический состав, структуру, сложение, новообразования и включения, вскипание от 10 % HCl). Особый интерес у учащихся вызывает определение плотности почвенных горизонтов, которое производится полевым ножом, и определение новообразований. После описания почвенного разреза учащиеся отбирают образцы по генетическим горизонтам.

Предварительная подготовка образцов к анализу и физико-химический анализ проводится на базе ИПЭН АН РТ. Учащиеся определяют физико-химические и некоторые физические свойства почв (рН, потерю при прокаливании, плотность сложения лабораторным методом и др.).

Хорошо воспринимаются наблюдения за почвенными беспозвоночными учащимися, которые только начинают знакомство с почвой и её обитателями. Разнообразие почвенной мезофауны (дождевые черви, многоножки, личинки насекомых, обитающих в почве и др.) изучается методом почвенных раскопок (количество проб 10–16, площадью 0.25x0.25 кв.м, глубиной 10–15 см). Ребята учатся определять разные классы и отряды почвенной мезофауны, фотографируют и зарисовывают встреченные экземпляры беспозвоночных. В зависимости от цели работы, обнаруженные беспозвоночные отпускаются на месте их встречи или собираются в тканевые мешочки для дальнейшего повидового определения под руководством специалистов-зоологов.

На пришкольных территориях учащимися выполняются исследования свойств почв газонов пришкольных территорий. На основе полученных почвенных данных учащиеся, согласно литературным материалам, подбирают растения – озеленители и предлагают их к высадке на газонах школы.

Ребята, активно занимающиеся несколько лет в объединении, продолжают научно-исследовательские работы в рамках научных экспедиций совместно с почвоведом ИПЭН АН РТ.

Самые активные и высокоорганизованные учащиеся с хорошим уровнем подготовки успешно выступают с почвенными и почвенно-зоологическими работами на городских, региональных и всероссийских научно-практических конференциях и олимпиадах по экологии.

Воспитанники экологического отдела ЦДТ «Танкодром» являются неоднократными победителями и призерами региональных, всероссийских, международных олимпиад, конкурсов и конференций: Республиканского конкурса «50 лучших инновационных идей для республики Татарстан», Всероссийских конкурсов «Будущее сильной России – в высоких технологиях» и «Юные исследователи окружающей среды», Международной конференции «ЭКО», Всероссийской олимпиады школьников по экологии и Всероссийской олимпиады «Созвездие», Республиканского, Всероссийского, Международного слетов юных экологов. Тезисы исследовательских работ учащихся опубликованы в сборниках материалов конференций и освещены в СМИ.

Интересная исследовательская работа школьников, приобретение ими практических навыков позволяют более осознанно делать свой профессиональный выбор.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСПРЕСС-МЕТОДОВ БИОТЕСТИРОВАНИЯ ПОЧВ В ШКОЛЬНЫХ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТАХ

Т.В. Бардина

Учреждение Российской академии наук Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, bardinatv@mail.ru

В современном образовании должно действовать единство научно-исследовательских работ и обучающей деятельности. Одним из основных видов развивающей познавательной деятельности школьников при изучении таких дисциплин, как биология и экология, является научно-исследовательская работа учащихся. Научно-исследовательская работа должна формировать у школьников интерес к предмету, научной деятельности, обучать методикам и способам самостоятельно решать поставленные научные задачи. Для этого научно-исследовательская работа должна быть актуальной и иметь практическую значимость.

Городская почва, как один из главных компонентов окружающей среды, может являться интересным объектом для изучения в научной работе учащихся. Известно, что эти почвы имеют сильное антропогенное загрязнение, состоящее из тяжелых металлов, нефтепродуктов, бенз(а)пирена, пестицидов, антигололедных средств и др. В ней могут появляться новые поллютанты с большим токсическим потенциалом. Это приводит к тому, что количественные показатели загрязнения (ПДК и ОДК) не могут охватить всего многообразия поллютантов и дать правильную оценку экологического благополучия почвы.

В настоящее время для оценки экологического состояния загрязненных почв мегаполисов наряду с традиционными химическими показателями включают биологические методы, основанные на определении степени токсичности почв, которые позволяют дать комплексную оценку суммарного действия токсикантов, и достоверно определить качество городских почв. Биотестирование является одним из эффективных методов биодиагностики, который может быстро дать сигнал о токсичности почвы до появления видимых изменений в ней при минимальных затратах, не привлекая современные дорогостоящие аналитические методы, и выполнение которого осуществимо школьниками.

Необходимым условием для правильной оценки токсичности почвы является использование не только биотестирования водной вытяжки из почвы (элюатное биотестирование), но и субстратного (контактного) биотестирования. Если элюатное биотестирование позволяет оценить риск загрязнения почвенных и грунтовых вод вследствие миграции загрязняющих веществ, то контактное оценивает токсичность, обусловленную действием нерастворимых загрязнителей, так как предполагает непосредственный контакт образца почвы с тест-организмом. Большинство токсических веществ в городе концентрируется в верхнем почвенном слое, где происходит их накопление. Поэтому изучение экотоксичности почв можно проводить в слое до 20 см.

Разработано много методик биотестирования почв, но только около 10-ти из них внесены в Федеральный Реестр как рекомендованные для целей практического токсикологического контроля почв. В методическом отношении достаточно хорошо разработаны методы элюатного биотестирования: на дафниях, цериодафниях, водорослях хлорелле, инфузориях, бактериях, семенах высших растений и др. Наиболее простым экспресс-методом элюатного биотестирования, который легко выполним в школьных условиях, является метод с использованием в качестве тест-организма рачков дафнии *Daphnia magna* Straus (Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. ФР.1.39.2007.03222. М.: Акварос, 2007). Метод не требует приборного оснащения, критерием острой токсич-

ности является гибель 50 % и более дафний за 96 часов по сравнению с контролем (А). Так, при проведении биотестирования почв г. Санкт-Петербурга было выявлено, что на дафниях весной хорошо фиксируется токсичность почв, взятых вдоль транспортных магистралей (пл. № 5 и № 6), вызванная применением в больших количествах антигололедных средств, а также на загрязненных мусором площадках (пл. № 1) (рис. 1).

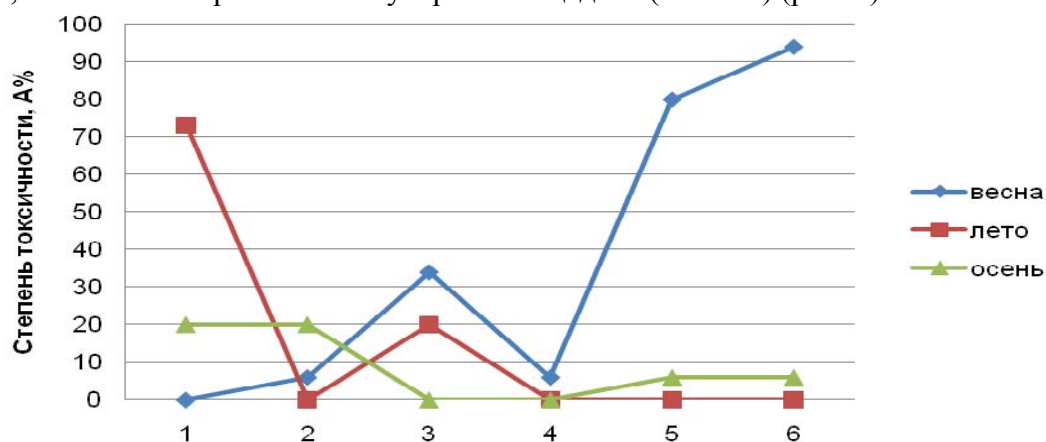


Рисунок 1. Динамика изменения токсичности городских почв на дафниях (1, 2, 3, 4, 5 – номера мониторинговых площадок)

Из методов контактного биотестирования экспресс-метод фитотестирования, разработанный в Санкт-Петербургском научно-исследовательском центре экологической безопасности РАН, отличается также простотой выполнения (Методика выполнения измерений всхожести семян и длины корней проростков высших растений для определения токсичности техногенно загрязненных почв. ФР.1.39.2006.02264). Метод дает возможность диагностировать пять уровней токсичности техногенно-загрязненных почв: V – практически не токсичные, VI – малотоксичные, III – умеренно токсичные, II – опасно токсичные, I – высоко опасно токсичные. Мониторинговые исследования фитотоксичности городских почв г. Санкт-Петербурга с помощью этого метода свидетельствовали о том, что в зависимости от антропогенной нагрузки и погодных факторов фитотоксичность городской почвы значительно колеблется (рис. 2).

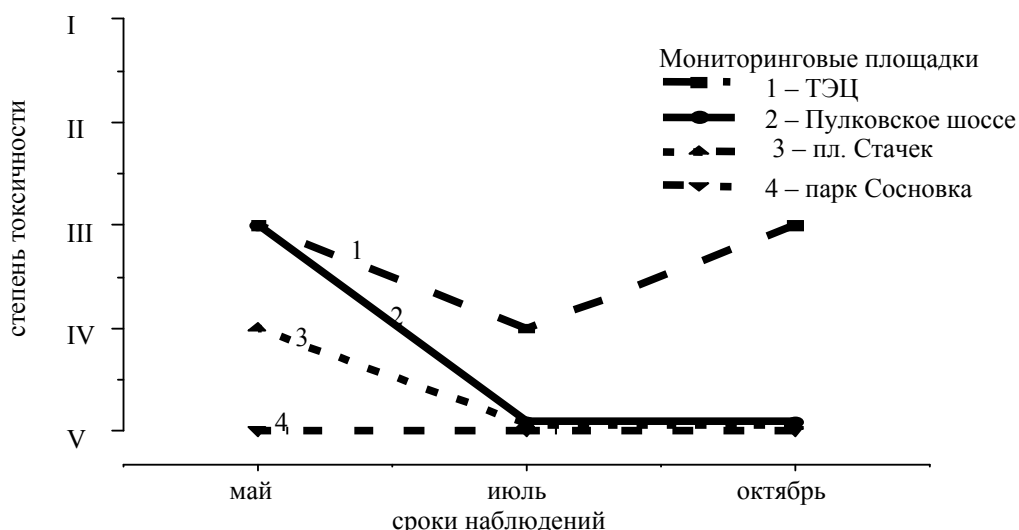


Рисунок 2. Динамика изменения степени токсичности городских почв (0–5 см) по результатам фитотестирования.

С помощью вышеназванных экспресс-методов биотестирования в школьных условиях можно проводить интересные исследования экологического состояния почв, испытывающих различное антропогенное влияние: вдоль автомагистралей, промышленных зон, внутриквартальных улиц, городских парков и рекреаций.

ДЕТЯМ ПРО ПОЧВУ

И.А. Жарких

ГБОУ ЦО «СПбГДТЮ» (ЭБЦ «Крестовский остров»), igor.j88@mail.ru

В настоящей статье рассмотрены особенности почвоведения в контексте применения в детском экологическом образовании. Представлен первичный опыт и проблемы, связанные с преподаванием детям основ фундаментального и прикладного почвоведения и привлечения их к почвенно-экологическим исследованиям.

Фундаментальное и прикладное почвоведение является сложной многоплановой естественнонаучной дисциплиной. Почвы обладают сложным комплексом свойств, характерными как для объектов живой, так и неживой природы. Как и живые организмы почва рассматривается на различных уровнях организации от молекулярного до биосферного. Именно в этом кроется сложность и одновременный интерес к почве как к объекту исследования, в особенности в качестве связующего звена при взаимодействии компонентов экосистем, таких как живые организмы, вода, воздух, горные породы. В данном ключе почва является наглядным объектом для понимания накопления и трансформации вещества и энергии, а так же оценки состояния экосистем. Изучение процессов взаимодействия также возможно на различных уровнях, начиная от функционирования системы «почва-растение» и заканчивая глобальными биосферными процессами.

Как и в большинстве разделов науки о земле в экологическом почвоведении большую роль играет работа в полевых условиях. Таким образом, занятия в данной сфере обязательно включают как однодневные экскурсии, так и многодневные экспедиции для сбора научного материала. При этом важно и интересно рассмотрение как естественных природных почв, так и городских почвогрунтов и техногенных образований. В то же время, значительное время отводится камеральной обработке материала, проведению различных лабораторных анализов. Поэтому, при работе с детьми, неспособными к отдаленным выездам и экспедициям, возможен сбор материала в пределах городской черты, что так же дает возможность получить важные и интересные научные результаты.

В ходе полевой работы ребята учатся организовывать полевой быт и самое главное — рабочую обстановку. Начиная от рабочих мелочей, таких как выбор удобного блокнота для записи и простого карандаша вместо шариковой ручки и заканчивая умением самостоятельно выявлять объекты и планировать свое исследование. Совместно с описанием почв приходит умение определять типы растительных сообществ, формы рельефа, географическое положение. Пребывание на свежем воздухе и физическая нагрузка способствуют позитивному настроению и благотворно влияют на физическое развитие.

В ходе лабораторной обработки данных учащиеся получают навыки работы с химической посудой, различными измерительными приборами, изучают основы аналитической химии. Как правило, это уже элементы вузовской программы, однако, школьники их успешно осваивают. Кроме того, наличие портативных тестовых комплектов позволяет получать некоторые аналитические данные непосредственно в полевых условиях.

Однако, существует ряд проблемных моментов, прежде всего связанных с определением объектов и цели исследования. Зачастую очень непросто определить адекватную и доступную для понимания ребенка научную задачу. С одной стороны, определенно важна актуальность и новизна проводимого исследования. В то же время, глобальной целью данного педагогического процесса является ознакомление ребенка с общими закономерностями функционирования природных систем, а не слишком глубокой специализации в узкой исследовательской области. Кроме того, немаловажен прикладной аспект детской научной работы и, как следствие, возможность применения результатов исследо-

вания на практике. Таким образом, в настоящий момент актуальной педагогической задачей является поиск рабочих объектов и методик, доступных для освоения обучающимися, в том числе учениками средней школы.

География нашей работы довольно широка. Был собран и обработан материал по участку Башкирского заповедника (респ. Башкортостан), оценен состав солей в почвах Черноморского Биосферного Заповедника (Украина), определены свойства органического вещества почв территории Природного парка «Путь к чистому Байкалу» (респ. Бурятия). В настоящем учебном году была проведена обработка данных по почвам Плато Лаго-Наки (Кавказский заповедник) и изучение почвенной подстилки на островах Ладожского озера (планируемый природный парк «Ладожские шхеры»). Материалы проведенных работ были представлены на школьной сессии Конференции «Молодежные Докучаевские чтения», а так же служат материалом для участия в практических турах Городских олимпиад по биологии и экологии.

ИЗУЧЕНИЕ НАЧАЛ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И АГРОХИМИИ В ДОПОЛНИТЕЛЬНОМ ШКОЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ

М.А. Надпорожская

зав. лаб. биохимии почв института изучения Земли СПбГУ, педагог дополнительного образования ДДТ Петродворцового района Санкт-Петербурга, biosoil@bio.spb.ru

В базовом школьном курсе по географии теме «Почвы России» посвящены всего 4 параграфа в учебниках 7 или 8 классов (по разным программам), которые, как правило, «проходят» за два урока. Этого времени мало для изучения такого сложного, многофункционального, динамического и пространственно гетерогенного объекта, как почва. Между тем, это важные базовые знания, необходимые для проведения и организации работ в сельском, лесном, промышленном и городском хозяйстве. Школьные исследования, проводимые сверх программы, могут помочь ребятам расширить понятие о почвах.

Мое постоянное место работы – Санкт-Петербургский государственный университет. По основному роду деятельности я занимаюсь изучением динамики органического вещества почв, исследованием экологического состояния производственных и городских территорий, вопросами увеличения продуктивности сельскохозяйственных растений. Читаю лекции по почвоведению, экологическим последствиям техногенных аварий и агрохимии макроэлементов. Девять лет назад я начала работать по совместительству в ДДТ Петродворцового района – вести кружок экологии для школьников. Поэтому проблему обучения началам почвоведения и агрохимии знаю с двух сторон: университетской и школьной. В таблице представлены данные о работах, которые мы провели с учениками школ Ломоносова и Петергофа. Нами в процессе выполнения исследований работ накоплен богатый экспериментальный материал, полезный для улучшения качества жизни горожан. В сотрудничестве с коллегами мною разработаны авторские программы по экологическому образованию для школьников, наглядное пособие для игрового занятия по знакомству с почвой «Черный чемоданчик». За эти годы около 700 ребят занимались по нашим программам и/или выполняли исследовательские работы. Ребята выступали с докладами на молодежных конференциях районного, городского, всероссийского и международного уровней, занимали призовые места в экологических и биологических олимпиадах, а главное – узнавали о почве немного больше. Перечислю некоторых коллег, в сотрудничестве с которыми я работаю. Елена Ивановна Федорос, к.с.-х.н., старший научный сотрудник лаб. биохимии почв биолого-почвенного факультета СПбГУ. Наталья Ивановна Гольцова, к.б.н, сотрудник лаб. биохимии почв биолого-почвенного факультета СПбГУ.

Таблица. Список исследовательских школьных проектов по экологии, агрохимии и почвоведению, выполненных школьниками Петродворцового района под руководством М.А. Надпорожской

№	Название	Годы	Основные исполнители	Учителя
1	Сравнительная оценка состояния древесной растительности парковой и селитебной зон	2006/2009	Д. Килб Д., А. Сапарова, В. Сыроежина. Школа 416	
2	Как лучше проращивать семена огурца?	2006/2007	Д. Доморацкая, Е. Снеткова. Шк. 542	
3	Реабилитация дерново-подзолистой почвы, загрязненной нефтепродуктами	2006/2008	А. Восканян, А. Останина, И. Сапежко, Е. Иващенко, Ю. Сапежко. Школа 416	С.В. Каргина
4	Повышение урожайности вешенки обыкновенной (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	2007/2008	Д. Доморацкая, Е. Снеткова. Школа 542	
5	Влияние хлорида натрия на растения и почву в модельном лабораторном опыте	2007/2009	М. Дианова, Н. Корбан, Н. Ульянова, Е. Михеева, Н. Морозова. Школа 412	Н.В. Лебедева
6	Школьный двор на рубеже веков	2007/2008	П. Реуф П., А. Реуф А., С. Бойков. Шк. 416	Каргина С.В.
7	Восстановление растительности на территории железной дороги	2007/2010	Д. Доморацкая., Е. Снеткова, М. Суворова. Школа 542	
8	Особенности строения лесной подстилки	2008/2009	Исаев Д. Шк. 244	А.В. Лагода
10	Экологическая оценка придорожной территории Санкт-Петербургского шоссе	2008/2011	А. Никонорова, А. Плохотнюк, Е. Дубинина, Е. Дедкова, М. Разинькова. Школа 412	Н.В. Лебедева
14	Экологические проблемы зеленой зоны в районе Красного пруда г. Петергофа	2010/2012	О. Галичкин, Р. Шейнов, М. Румянцев. Гимназия императора Александра II	
17	Изменение почв под влиянием рекреации (на территории ДОЛ «Молодежное»)	2010/2011	О. Иванова, О. Лосева. Школа 416	
19	Изучение влияния противогололедных солей на почву около автобусных остановок	2010/2011	А. Карабань, А. Скокова. Гимназия императора Александра II	Н.Д. Каверзова
20	Исследование процессов зарастания дорожек гимназии и способов контроля количества мхов	2011/2012	Д. Головацкая, Е. Купатадзе. Гимназия императора Александра II	Н.Д. Каверзова
23	Предложения по реконструкции пустыря на ул. Жарновецкого в Новом Петергофе	2010/2014	М. Филенко, А. Иванов, В. Брюханов. Школа 416	М.В. Агеева, И.В. Клименко
25	Интродукция первоцветов на школьном дворе	2010/2014	О. Реуф, С. Кашкинова, К. Ганина, А. Кнурова, К. Ганина, Е. Красова. Школа 416	М.В. Агеева, А.С. Красова
26	Позднелетнецветущие растения-аллергены в Санкт-Петербурге	2010/2012	Д. Доморацкая. Академическая гимназия СПбГУ	
27	Проблемы озеленения Петергофа: клумбы	2012/2013	Д. Близнякова. Школа 416.	Н.В. Лебедева

Маргарита Викторовна Агеева, заведующая музеем истории школы 416. Наталья Витальевна Лебедева, учитель химии школы 412, методист района. Анна Сергеевна Красова, учитель биологии и химии школы 416. Ирина Вячеславовна Клименко, учитель биологии школы 416. Надежда Дмитриевна Каверзова, учитель биологии гимназии императора Александра II. Светлана Васильевна Каргина, учитель географии гимназии императора Александра II. При проведении экологических работ мы часто обращаемся за консультациями к научным сотрудникам биолого-почвенного факультета. Пользуясь случаем, выражаем им искреннюю благодарность. К сожалению, формат данного сообщения не позволяет здесь перечислить все имена. Перспективы развития работы в данном направлении заключаются в организации взаимодействия отдельных возрастных групп, как школьного возраста, так и взрослых в процессе проведения исследовательских проектов. Взрослые в данном случае – это в первую очередь родители учащихся. Привлечение родителей к выполнению исследовательских работ решает сразу несколько задач: укрепление внутрисемейных связей при выполнении общей работы, просвещение старшего поколения и повышение качества школьного исследования. Важно проводить обучение в форме лекций и конференций для населения и сотрудников исполнительных органов приемам и этике решения экологических проблем, помня, что фундаментом любой наземной экосистемы является почва.

КОНЦЕПЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ШКОЛЬНОЙ СЕКЦИИ КАК СОСТАВНОЙ ЧАСТИ ЕЖЕГОДНЫХ ДОКУЧАЕВСКИХ МОЛОДЕЖНЫХ ЧТЕНИЙ

М.А. Надпорожская, Е.И. Федорос

Санкт-Петербургский государственный университет, biosoil@bio.pu.ru

ВВЕДЕНИЕ

Познание начал почвоведения дает широкие возможности для развития экологического мировоззрения школьников, расширения кругозора, профессиональной ориентации в области изучения и охраны окружающей среды (эколог, почвовед, химик-аналитик, специалист по кадастровой оценке земель, ландшафтный дизайнер). К сожалению, в базовой школьной программе теме «Почвы России» посвящены всего 4 параграфа в учебниках географии 7 или 8 классов (по разным программам), которые, как правило, «проходят» за два урока. Дополнительные занятия, проводимые сверх школьной программы, могут помочь ребятам получить знания о почвах при выполнении исследовательских работ, например, на занятиях экологического кружка при школе или домах детского творчества. Изучение такого многофункционального, динамического и пространственно гетерогенного объекта, как почва – непростое дело. Помочь могут консультации и участие в работе специалистов, почвоведов и агрохимиков при планировании и выполнении работы, а также последующее детальное обсуждение результатов работы с юными и опытными коллегами на конференциях. Специализированная социализация – важный этап в становлении юных исследователей.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ проведения школьной секции как составной части ежегодных Докучаевских молодежных чтений

Образовательная. Закрепление и развитие знаний по основам почвоведения, агрохимии и экологии почв: навыков правильно и свободно употреблять систему специальных терминов и понятий, строить причинно-следственные логические заключения.

Просветительская. На школьной секции обычно представлен довольно широкий набор тем, что позволяет расширить представление учащихся о сложности объекта, его multifunctionality, приемах изучения и способах решения поставленных вопросов.

Воспитательная. Укрепляется понимание значимости почвы в экосистеме, бережного отношения к ресурсу на примере разных объектов, представленных в докладах широкого географического охвата.

Профессионально-ориентационная. Формирование интереса к профессиональной деятельности по изучению и охране окружающей среды на примере почвенных объектов, а также активизация гражданской позиции, бережного отношения к природным ресурсам. Для выполнения этой цели особенно важно, что школьники начинают участие в Докучаевских чтениях с заслушивания выступлений на пленарном заседании.

Социальная. Для успешного ведения работы чрезвычайно важна самоидентификация учащихся как исследователей специального направления, в данном случае – почвоведения, агрохимии и экологии почв. Это появляется только при общении в среде опытных и начинающих специалистов и их совместной деятельности.

В период проведения школьных исследований и подготовки докладов мы проводим консультации по проведению исследовательских работ, иногда с выездами на объекты, консультации по подготовке тезисов работ к публикации, беседы, открытые уроки по почвоведению в школах на уроках и на занятиях дополнительного образования.

Поскольку Докучаевские чтения стали традиционными, ежегодными, задачи выполняются циклично уже 11 лет подряд, постепенно детализируясь.

УНИКАЛЬНОСТЬ МЕРОПРИЯТИЯ

Уникальность работы школьной секции при Докучаевских молодежных чтениях состоит в длительном подготовительном этапе, предшествующем конференции: проведение многих работ, а также подготовка публикаций всех тезисов курируется сотрудниками кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ. Руководители кружков экологии могут обратиться к сотрудникам кафедры за консультациями по планированию работы, определению почвенных объектов, полевому описанию почв, выбору методик проведения анализов.

Важной чертой мероприятия является его безоценочность. Сейчас проводится масса конкурсов, многие из которых платные, где работы ранжируются по определенным критериям. Такие конкурсы хороши для сложившихся юных исследователей-победителей, но у прочих участников могут вызывать стресс, негативные эмоции и сформировать нежелание в дальнейшем заниматься подобной деятельностью. Между тем популяризация знаний о почве чрезвычайно важна в современном обществе. Кроме того, воспитание интереса к науке бывает критично в начале исследовательского пути. Обсуждение актуальности и проблем выбранной темы, не связанное с определением лидера «кто лучше выполнил исследование», помогает выявить возможные погрешности и ошибки работ, наметить перспективы продолжения. Наша конференция важна для поддержания этапа работ в форме свободной дискуссии.

Также важно отметить, что заседание школьной секции проводится в музее почвоведения. В музее широко представлены научные и научно-популярные экспозиции, посвященные почвам. Наглядность и разнообразие экспозиций музея помогают укрепить интерес к объекту изучения – почве. Здесь, в музее почвоведения, школьники удивляются открывающимся видам почв «изнутри и снаружи», обещают обязательно вернуться, чтобы рассмотреть все более подробно.

Таким образом, привлечение учащихся и учителей школ к участию в Докучаевских молодежных чтениях восстанавливает сущностное единство средней и высшей школы. И в настоящий момент приобретает особую актуальность, как инструмент для включения школ в инновационные процессы школьного образования.

К обсуждению на Докучаевских чтениях рекомендованы работы по следующим темам школьных исследований:

- Свойства почв и почвенного покрова зональных и интразональных экосистем.
- Свойства сельскохозяйственных почв, поддержание и повышение их плодородия.
- Изменение почв под влиянием человека (урбанизация, влияние промышленности, автотранспорта, добычи полезных ископаемых).
- Способы выращивания растений открытого грунта и повышение их продуктивности.
- Способы выращивания растений в условиях закрытого грунта и повышение их продуктивности.
- Экология города (темы, где ключевым объектом исследования могут являться растения и животные, но с обязательным изучением почвы как фактора их функционирования).
- Просветительская деятельность школьников: организация экскурсий по вышеперечисленным темам.

Реферативные работы, работы, не имеющие практического содержания, а также материалы рекламного характера к участию в Докучаевских чтениях не принимаются.

ТРЕБОВАНИЯ по оформлению и содержанию тезисов исследовательской работы, представляемых на обсуждение школьной секции Докучаевских молодежных чтений.

Тезисы являются кратким изложением исследовательской работы. В тезисах следует дать обоснование актуальности работы, описать объекты и методы исследования, результаты и привести выводы. В конце можно, если позволяет объем тезисов, привести ссылки на основные литературные источники.

Особо надо отметить вопрос об авторстве тезисов работ школьной секции. Поскольку юные исследователи, как правило, не бойки в жанре краткого изложения научных результатов своих исследовательских работ, и руководители играют важную роль как в проведении работы, так и в фиксировании и анализе результатов, то они включаются в состав авторского коллектива наряду с основными исполнителями. В качестве соавторов тезисов школьных исследовательских работ могут выступать не более двух человек. Это либо школьные учителя разных предметов, либо педагог дополнительного образования и учитель-предметник. Количество юных исследователей – не более пяти человек.

К оформлению работ предъявляются такие же требования, как и ко взрослым участникам конференции.

Подробную информацию по проведенным Докучаевским молодежным чтениям можно найти на сайте кафедры почвоведения и экологии почв Санкт-Петербургского государственного университета по адресу <http://soil.spbu.ru>.

ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА об участии школьников в Докучаевских молодежных чтениях.

Докучаевские молодежные чтения – ежегодная конференция, проводится с 1998 года. Время проведения приурочено ко дню рождения основателя почвоведения Василия Васильевича Докучаева, 1 марта. На пленарных заседаниях выступают с докладами ведущие ученые России и наиболее талантливые молодые сотрудники и студенты. Чтения посвящены обсуждению актуальных научно-практических проблем исследования почв и почвенного покрова, разработке концепции экосистемных функций почв, вопросам сохранения и повышения плодородия почв. На секционных заседаниях чтений принимают участие студенты и молодые ученые из различных регионов России. В 2014 году прошли XVII чтения. Начиная с 2003 года, наряду со студентами в чтениях принимают участие учащиеся школ и экологических кружков. С 2004 года школьные работы обсуждаются на отдельных заседаниях. Количество сделанных докладов и участников варьирует с начала

работ (рис. 1 и 2). В начале нашей работы мы заслушивали по 12–13 докладов, а количество участников было 20–30, то с 2009 года количество подаваемых заявок так возросло, что все работы на одном заседании заслушать стало невозможно. Поэтому было организовано две подсекции – одна по общей экологии, где были представлены геоботанические, агрохимические, гидрологические и почвенные работы, на другой – исследования исключительно по почвоведению. С 2010 года к рассмотрению стали принимали только профильные работы, по почвоведению, экологическому почвоведению и агрохимии. Например, в 2011 году на школьные секции было предоставлено 32 доклада практически только почвенной или агрохимической тематики. Обширна география мест, откуда приезжают юные исследователи. Школьную секцию, как и студенческую конференцию, по праву можно назвать Всероссийской с международным участием. К нам приезжают учащиеся из Уфы, Беларуси, Молдовы, Белгорода, Волгограда, Перми, Костромы, Черняховска, Краснодара и др. Большая часть работ бывает представлена школьниками Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

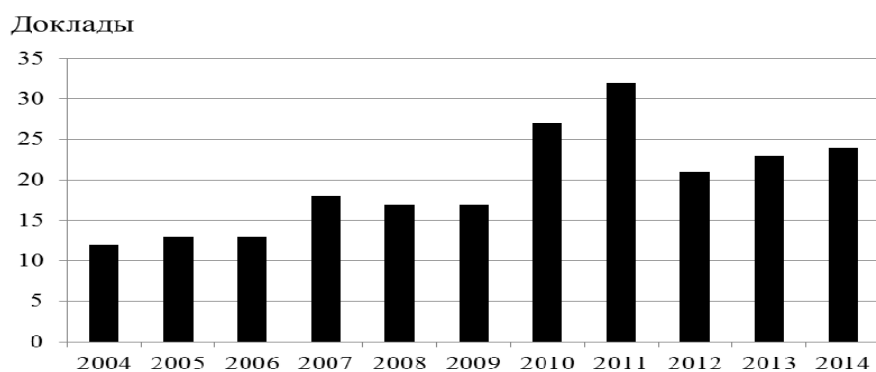


Рисунок 1. Количество докладов, представленных на школьной секции.

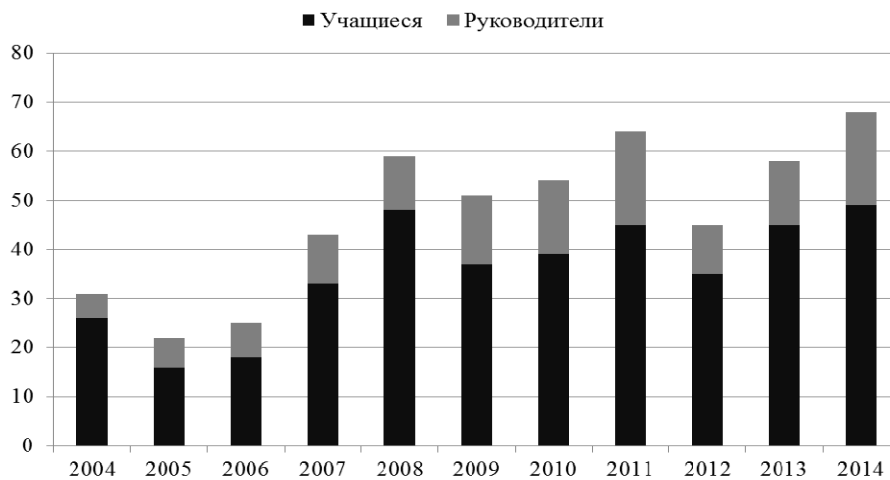


Рисунок 2. Количество участников школьной секции.

Приятно отметить общий деловой настрой, когда дети выступают с докладами, слушают друг друга и отвечают на вопросы очень серьезно. Нельзя не сказать о некоторых назревающих в школьном дополнительном образовании проблемах. Это заметно не только на нашей конференции, но и на городских олимпиадах. Бывает, что школьные исследовательские работы стараются охватить глобальные проблемы, такие, решение которых под силу большим профессиональным научным коллективам. Ребята могут использовать научную терминологию, не вполне понимая ее смысл. Очень бы хотелось, чтобы в школьных работах изучались простые понятия, но более детально, более подробно, так чтобы у ребят стало привычным тщательное, «вкусное» изучение природы, ее объектов и явлений. Конечно, главная цель подобных собраний – поддержать интерес к почвоведению.

нию и экологии, возможно, в чем-то поправить и улучшить сделанные работы. Помочь в выборе будущей специальности. Это уже удавалось. Например, Илья Шоркунов, костромчанин, дважды приезжавший к нам с докладами, занимавший первое место в экологической олимпиаде по России, сейчас работает в Москве по специальности «Почвоведение». Закончили кафедру почвоведения и экологии почва МСПбГУ ученики Л.И. Корниловой («Санкт-Петербургская усадьба») Павел Гурин и Игорь Жарких.

Все эти годы курировали и проводили школьную секцию М. А. Надпорожская и Е.И. Федорос, сотрудники кафедры почвоведения и экологии почв Санкт-Петербургского университета. С 2010 года заседания школьной секции помогают вести магистранты кафедры почвоведения и экологии почв.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все представляемые на конференцию исследовательские школьные работы заслуживают высокой оценки. Конференция помогает ребятам понять значимость их работ, способствует воспитанию культуры ведения дискуссий, умения отстаивать свое мнение. И, конечно же, участие в нашей конференции повышает эффективность экологического образования школьников. Важно то, что юные исследователи занимаются вопросами сохранения и оптимального использования природных ресурсов.

Каждый год участники чтений награждаются дипломами, им вручают сборники тезисов докладов конференции.

По отзывам руководителей школьных работ «конференция дает ребятам возможность знакомиться с опытом исследования жизненно важных природоохранных вопросов, решать реальные проблемы, а не просто «участвовать в олимпиадном движении». Текст данной концепции был обсужден и одобрен преподавателями, принимавшими участие в Докучаевских молодежных чтениях.

УДК 631. 42:37(571.56)

ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ПОЛЕВЫХ ПОЧВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ С УЧАСТИЕМ ШКОЛЬНИКОВ И СТУДЕНТОВ В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)

М.В. Оконешникова

ФГБНУ Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск,
ФГБОУ ВПО Якутская государственная сельскохозяйственная академия, Окемский филиал, Республика Саха (Якутия), Хангаласский район, mvok@yandex.ru

В Республике Саха (Якутия) популяризация почвоведения как неотъемлемой части экологического образования проводилась по трем направлениям: 1) путем организации летних полевых экологических школ-экскурсий и обучающих семинаров для учителей и школьников средних общеобразовательных школ; 2) путем привлечения студентов ВУЗов к полевым исследованиям по изучению современного состояния почв и почвенного покрова Якутии при выполнении научно-исследовательских работ по различным проектам; 3) путем издания научно-популярной литературы, предназначенной для учащихся среднего и старшего школьного возраста, учителей общеобразовательных школ, студентов, аспирантов, работников сельского и лесного хозяйства и широкого круга читателей.

Летние полевые школы-экскурсии и обучающие семинары организованы в разные годы совместно с районными Управлениями образования и общественным Центром экологического просвещения «Эйгэ» (якутское слово «эйгэ» на русский язык переводится как «окружающая среда») практически во всех природных зонах Якутии. При этом выделены общие (образовательные) и специфические исследовательские цели, направленные на решение почвенно-экологических проблем своего района (табл.).

Таблица. Систематический список полевых почвенных исследований с участием учителей и школьников.

Зоны Якутии	Муниципальный район	Средние общеобразовательные школы	Цель исследований
Северная Якутия	Верхоянский	Эльгетская, Табалахская	Изучить почвы и почвенный покров горы Кисилых, выявить устойчивость почв к рекреационным нагрузкам.
Центральная Якутия	Таттинский	Чычымахская	Определить степень трансформации мерзлотных палевых почв в очагах массовых размножений сибирского шелкопряда.
Западная Якутия	Мирнинский	№ 9 им. Р.В. Лонкунова	Изучить состав и свойства мерзлотных почв в местах аварийного подземного ядерного взрыва «Кратон-4» мощностью 15 Кт (Среднеботуобинское нефтяное месторождение).
Южная Якутия	Нерюнгринский, Алданский	Иенгринская	Изучить техногенные поверхностные образования (ТПО) в местах многолетней добычи россыпных месторождений золота (долина р. Большой Кураных).

Собранный в полевых условиях материал школьники обрабатывали в течение учебного года под руководством учителей и результаты научных исследований представляли на школьных, зональных и республиканских научно-практических конференциях «Шаг в будущее», знакомя широкий круг участников с проблемами регионального почвоведения.

За последнее десятилетие студенты Октемского филиала Якутской государственной сельскохозяйственной академии учебно-производственную практику проходили в Институте биологических проблем криолитозоны СО РАН, участвовали в проведении комплексных инженерно-экологических изысканий, разработок по ОВОС в районах строительства крупных объектов социально-экономического развития, связанных с освоением природных ресурсов Якутии. Так, в 2006–2011 гг. студенты совместно с научными сотрудниками участвовали в полевых экспедиционных работах по изучению современного состояния почв и земельных ресурсов на территории юго-западной и южной Якутии в рамках следующих мегапроектов:

1. «Оценка фоновых показателей состояния наземных и водных экосистем (почв, растительности, животного мира; качество природных вод, состав донных отложений, гидробионты) и оценка экологических рисков в зоне строительства трубопроводной системы Восточная Сибирь–Тихий Океан (Нерюнгринский, Алданский, Ленский районы)»;

2. «Инженерно-экологические изыскания для подготовки раздела оценка воздействия на окружающую среду строительства каскада ГЭС на р. Тимптон на стадии обоснования инвестиций»;

3. «Оценка воздействия на окружающую среду в составе проектной документации на строительство Канкунской ГЭС на р. Тимптон: Исследование растительности, животного мира, почв; гидробиологические исследования».

3. «Современное состояние р. Учур, как основа для оценки его изменения в период и после создания каскада ГЭС»;

4. «Магистральный газопровод Якутия – Хабаровск – Владивосток в составе стройки ПИР будущих лет (код стройки 001). Участок Ленск-Сковородино. Вариант 1 (в параллельном следовании с магистральным нефтепроводом ВСТО-I) на участке от г. Ленск (160 км) до границы Алданского и Нерюнгринского районов. Результаты экологических изысканий».

В ходе проведения почвенно-экологических исследований студенты ознакомились с удивительно красивой природой и с почвами малоизученной части юго-западной и южной части Якутии (долины р. Лены в окрестностях г. Олекминска, рек Меличан, Бирюк, Туолбачан, Туолба, Амга, Баял, Тимптон и Учур), приобщились к навыкам научной работы и жизни в полевых условиях, расширили почвенные знания, собрали богатый материал, участвовали и занимали призовые места на студенческих научных конференциях и в последующем лучше справились с дипломной работой.

В результате проведения летних полевых исследований с участием школьников и студентов значительно возросла доля работ, посвященных исследованию мерзлотных почв Якутии, представляемых на различных молодежных конференциях и форумах, а также расширился круг участников вовлеченных в популяризацию почвоведения.

Немаловажную роль в популяризации почвоведения в Якутии сыграла изданная нами в 2009 году научно-популярная книга «Почвы Якутии», включенная в серию плановых изданий школьно-методического отдела Национального книжного издательства «Бичик» о природе Якутии. В книге в популярной форме приводятся сведения о почве как об отдельном природном царстве, о становлении почвоведения как науки, о методах изучения почв, об особенностях почвообразования в суровых природно-климатических условиях и характеристике основных типов и подтипов почв Якутии с цветными иллюстрациями. Со дня выхода эта книга пользуется большим спросом среди школьников, студентов и аспирантов, учителей школ и преподавателей вузов. Об этом свидетельствует очень быстрая ее реализация (в данное время в свободной торговле отсутствует) и присуждение звания лауреата Всероссийского конкурса краеведческой литературы «Наше культурное наследие» в номинации «Природа родного края» (Москва – Тверь, 2009 г.).

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ ИЗ ИСТОРИИ ПОЧВОВЕДЕНИЯ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ (2006–2014 гг.)

Б.Ф. Апарин, Н.Н. Матинян

Санкт-Петербургский государственный университет

Развитие почвоведения в Санкт-Петербургском университете в начале XXI века является прямым продолжением работ Докучаевской научной и педагогической фундаментальной школы почвоведения и отражает преемственность научных направлений почвенных исследований. Предыдущий период был подробно нами освещен в статье «Памятные даты из истории почвоведения в Санкт-Петербурге» (2006). В настоящей работе приведены памятные события, связанные с научно-педагогической деятельностью сотрудников кафедры почвоведения и экологии почв за девятилетний период.

2006

1–3 марта. Кафедра почвоведения и экологии почв провела в Санкт-Петербургском университете Всероссийскую научную конференцию «Почвоведение и агрохимия в XXI веке», посвященную 170-летию образования первой в России университетской кафедры агропочвенного направления и 160-летию со дня рождения В.В. Докучаева. Председатель оргкомитета Б.Ф. Апарин. В конференции приняли участие 257 научных сотрудников и преподавателей ведущих вузов страны и сельскохозяйственных организаций. На пленарном заседании были заслушаны доклады заведующих кафедрами Б.Ф. Апарина, Н.П. Битюцкого об истории развития почвоведения СПбГУ, академика РАСХН В.Н. Ефимова о роли научной Петербургской школы в становлении и развитии агрохимии России. Опубликованы материалы конференции.

Кафедра совместно с Центральным музеем почвоведения им. В.В. Докучаева (далее – ЦМП) провела IX Докучаевские молодежные чтения «Почвы России. Проблемы и решения» прошли совместно с конференцией «Почвоведение и агрохимия в XXI веке».

Председатель оргкомитета Б.Ф. Апарин. В программу молодежных чтений была включена работа школьной секции, в которой школьники поделились результатами своих исследований экологического состояния города СПб. Опубликовано тезисы докладов.

Попов А.И., доцент кафедры почвоведения и экологии почв, защитил докторскую диссертацию на тему: «Органическое вещество почв и его роль в функционировании системы почва – растение».

Издана монография Е.В. Абакумова, Э.И. Гагариной «Почвообразование в посттехногенных карьерах Северо-Запада Русской равнины» Изд. СПбГУ.

Издано методическое пособие «Экология в экспериментах» в 2 частях Е.И. Федорос, Г.А. Нечаевой для учащихся 10–11 классов общеобразовательных учреждений. М. Изд. «Вентана-Граф», 384 с.

Издан «Словарь-справочник почвенно-экологических терминов» под редакцией Б.Ф. Апарина и А.И. Попова, в котором приведены основные термины и определения, связанные не только с понятиями «почва» и «почвоведение», но и с экологическим функционированием почвы. Изд. СПбГУ.

Издано учебное пособие, подготовленное коллективом авторов Санкт-Петербургского и Московского университетов «Теория и практика химического анализа почв», в котором участвовали сотрудники кафедры: Н.Н. Федорова, Г.А. Касаткина, О.Г. Растворова, Д.П. Андреев. Отв. ред. Воробьева Л.А. (МГУ). Изд. ГЕОС, Москва.

2007

1–3 марта. Кафедра совместно с ЦМП провели Международную научную конференцию «Пространственно-временная организация почвенного покрова: теоретические и прикладные аспекты». Председатель оргкомитета Б.Ф. Апарин. В работе конференции приняли участие 395 специалистов из 26 городов России, иностранные ученые из Японии (1 чел.), Белоруссии (40 чел.), Израиля (1 чел.), Казахстана (1 чел.), Монголии (1 чел.).

Научная программа конференции включала пленарное заседание, работу 4-х секций, постерные доклады и круглый стол. Был обсужден широкий круг проблем, касающихся новых подходов и методов изучения пространственной и временной организации почвенного покрова, составления почвенных карт и оценки структуры почвенного покрова. Большое внимание было уделено вопросам изменения СПП под влиянием различных антропогенных воздействий и, прежде всего, в сельском хозяйстве. Рассматривались проблемы, связанные с агроэкологической оценкой земель, оптимизацией агротехнологий по условиям СПП. Опубликовано материалы конференции, посвященные В.М. Фридланду – основателю учения о структуре почвенного покрова.

Кафедра совместно с ЦМП провела Десятые Юбилейные Докучаевские молодежные чтения: «Почвы и техногенез», проведенные совместно с Центральным музеем почвоведения. Председатель оргкомитета Б.Ф. Апарин. На конференции обсуждались вопросы по секциям: техносфера и педосфера, техногенные потоки вещества в биосфере, техногенные нарушения почвенного покрова и рекультивация земель, технопедогенез в мегаполисе. Работала секция школьников «Здоровье почвы – здоровье общества», где выступило 20 докладчиков. Опубликовано тезисы докладов.

Издана коллективная монография «Красная книга почв Ленинградской области». Авторы: Б.Ф. Апарина, Г.А. Касаткиной, Н.Н. Матиян, Е.Ю. Сухачевой. В книге, на основании многолетних исследований, даны характеристики редких и находящихся под угрозой исчезновения почв, почвенных эталонов, объектов мониторинга и рекомендации по их охране. Текст книги изложен на двух языках: русском и английском. Изд. «Аэроплан».

Издан Атлас «Почвы мира» (перевод с немецкого). Авторы: В. Цех, Г. Хинтермайер-Эрхард. Перевод с немецкого. Научный редактор Б.Ф. Апарин. Издательский центр «Академия».

Н.Н. Матиян вошла в список победителей конкурса ведущих научных и научно-педагогических школ Санкт-Петербурга.

Издана монография с участием С.Н. Чукова. «Структурно-функциональные параметры гумусовых веществ подзолистых и болотно-подзолистых почв». Авторы: Е.Д. Лодыгин, В.А. Безносиков, С.Н. Чуков. Изд. «Наука»

Издано учебное пособие с участием Н.Н. Матинян «Валаамский архипелаг. Геохимия горных пород, почв и донных осадков». Е.Г. Пановой, В.В. Гавриленко, Н.Н. Матинян. Изд. РГПУ им. А.И. Герцена.

Опубликовано учебно-методическое пособие «ROMUL – имитационная модель динамики органического вещества лесных почв» с участием М.А. Надпорожской и О.Г. Чертова. Изд. СПбГУ.

Издана коллективная монография «Моделирование динамики органического вещества в лесных экосистемах». Среди соавторов сотрудники кафедры – Чертов О.Г., Надпорожская М.А., Абакумов Е.В. Москва. Изд. «Наука».

Опубликована коллективная монография «Пулы и потоки углерода в экосистемах России». Среди соавторов сотрудник кафедры – О.Г. Чертов. М. Изд. «Наука».

2008

Опубликована книга «Русский чернозем» В.В. Докучаева. Это первое иллюстрированное переиздание книги. В подготовке переиздания книги участвовала сотрудник кафедры Е.Ю. Сухачева. Отв. ред. Апарин Б.Ф.

Апарин Б.Ф. и Сухачева Е.Ю. награждены Дипломом Президиума Российской академии сельскохозяйственных наук за лучшую завершенную научную разработку 2008 года.

Опубликована монография Е.В. Абакумова и Э.И. Гагариной «Почвы Самарской Луки: разнообразие, генезис, охрана». Изд. СПбГУ.

Издана коллективная монография «Causes and Consequence of Forest Growth Trends in Europe –Results of the recognition project. Среди соавторов – сотрудник лаборатории биохимии почв кафедры почвоведения и экологии почв – О.П. Чертов. В книге рассматриваются вопросы оценки прошлых и будущих изменений роста европейских лесов методом моделирования.

26 февраля – 1 марта. Кафедра совместно с ЦМП провели Международную научно-практическую конференцию «Плодородие почв – уникальный природный ресурс – в нем будущее России», посвященную 125-летию книги В.В. Докучаева «Русский чернозем». Председатель оргкомитета конференции: Б.Ф. Апарин. В конференции рассматривались результаты исследований условий и механизмов воспроизводства почвенного плодородия различных регионов страны, вопросы устойчивого землепользования и управления плодородием в современных экономических условиях. Опубликованы материалы конференции.

Кафедра совместно с ЦМП провели XI Докучаевские молодежные чтения «Почва как носитель плодородия» прошли в рамках конференции «Плодородие почв – уникальный природный ресурс». Опубликованы тезисы докладов.

Издано учебное пособие «Почвы природных зон Русской равнины» по общему курсу «Почвоведение». Авторы: Э.И. Гагарина, О.Г. Растворова, Л.С. Счастливая, Г.А. Касаткина, Н.Н. Федорова, С.Н. Чуков, А.В. Русаков. Под редакцией Б.Ф. Апарина, Г.А. Касаткиной. В пособии дана характеристика ландшафтов, почв основных физико-географических зон Восточно-Европейской равнины по маршруту СПб – Южный берег Крыма – местам зональной практики студентов-почвоведов. Изд. СПбГУ.

В Ростове на Дону состоялся V съезд Докучаевского общества почвоведов, в котором приняли участие 15 преподавателей и научных сотрудников кафедры почвоведения и экологии почв с докладами и научными сообщениями.

Опубликована монография Б.Ф. Апарина, Е.Ю. Сухачевой «Эволюция почв и почвенного покрова объектов осушительной мелиорации», в которой изложены результаты многолетних исследований характера антропогенного преобразования почв, путей, этапов эволюции почвенного покрова объектов осушительной мелиорации Ленинградской области. Изд. СПбГУ.

Профессор А.И. Попов избран действительным членом Российской Академии Естественных наук по отделению «Физико-химическая биология и инновации».

2009

Опубликовано учебное пособие «Полевая практика по почвоведению (лесостепная зона)». Авторы: О.В. Романов, Н.Н. Федорова, С.Н. Чуков. Изд. СПбГУ.

2–6 марта. Кафедра и ЦМП провели XII Докучаевские молодежные чтения «Почвы и продовольственная безопасность России». Опубликовано сборник тезисов конференции.

Профессор, заведующий кафедрой почвоведения и экологии почв Б.Ф. Апарин награжден почетной грамотой Министерства науки и образования РФ.

Научный сотрудник Н.В. Ковш награждена юбилейной медалью в честь 50-летия работы в Санкт-Петербургском университете.

Вышел в свет 6(33)выпуск «Материалы по изучению русских почв» под редакцией Б.Ф. Апарина. В Материалах представлены избранные доклады участников XII Докучаевских молодежных чтений на тему «Почвы и продовольственная безопасность России» (2–6 марта 2009 г.) и статьи студентов СПбГУ, подготовленные по материалам магистерских диссертаций, защищенных на кафедре почвоведения и экологии почв в 2009 г.

2010

Б.Ф. Апарин, Г.А. Касаткина, Н.Н. Матинян, Е.Ю. Сухачева стали Лауреатами Университетской премии «За научные труды». Им была присуждена премия за цикл работ в области экологии почв.

Опубликованы две научно-популярные книги «Сад в лесу» и «Сад на болоте». Авторы М. Важова и Е. Сухачева. Изд. «Русская коллекция».

Издано учебное пособие Н.Н. Матинян и К.А. Бахматовой «Почвы северо-восточной части Ордовикского плато. Методика их полевого изучения». В пособии изложены факторы почвообразования, дана характеристика основных типов почв Саблинской учебно-научной станции, рассмотрены основы полевого почвенного картирования. Изд. СПбГУ.

Издано учебно-методическое пособие с участием А.И. Попова «Статистическая обработка экспериментальных данных». Авторы Попов А.И., Игамбердиев В.М., Алексеева Ю.В. Изд. СПбГУ.

Издано учебное пособие О.В. Романова, О.Г. Растворовой, А.И. Попова «Летняя учебная практика «Физика почв». Изд. СПбГУ.

1–4 марта Кафедра при участии Московского университета, Почвенного института, ЦМП, Общества почвоведов им. В.В. Докучаева, Общества по изучению гуминовых кислот им. Д.С. Орлова провела V Международную конференцию «Гуминовые вещества в биосфере». Опубликовано 2 тома трудов конференции. В трудах рассмотрены новые подходы и методы изучения гуминовых веществ, а также взаимодействия гуминовых веществ с минеральной частью почв. Обсуждались проблемы производства гуминовых препаратов и их применения в сельском хозяйстве, медицине и промышленности. Председатель: Б.Ф. Апарин, заместители: С.Н. Чуков, Н.Б. Хитров, С.Я. Трофимов, Т.В. Перминова. В конференции приняли участие 90 специалистов из городов России, Белоруссии, Украины, Латвии и др.

Кафедра совместно с ЦМП провели XIII Всероссийскую конференцию: «Докучаевские Молодежные чтения «Органо-минеральная матрица». Председатель оргкомитета Б.Ф. Апарин. Рассматривались данные по строению, свойствам органо-минеральной матрицы различных типов почв, результаты исследований роли органо-минеральной матрицы почв в плодородии и поддержании устойчивости экосистем. Опубликовано тезисы докладов.

Н.Н. Матинян, М.А. Надпорожская награждены почетной грамотой Министерства науки и образования РФ за многолетнюю плодотворную работу по развитию и совершенствованию учебного процесса, значительный вклад в дело подготовки высококвалифицированных специалистов.

2011

Опубликована монография Е.В. Абакумова «Почвы Западной Антарктики» Изд. СПбГУ.

Кафедра совместно с ЦМП провели Международную научную конференцию «Ресурсный потенциал почв – основа продовольственной и экологической безопасности России». В работе конференции участвовало 140 человек. Опубликованы материалы конференции. Организована фотовыставка «Докучаевский план преобразования природы».

1–4 марта. Всероссийская научная конференция XIV Докучаевские Молодежные чтения «Почвы в условиях природных и антропогенных стрессов» была проведена силами сотрудников кафедры почвоведения и Центрального музея почвоведения. Председатель оргкомитета Б.Ф. Апарин. Конференция посвящена 165-летию со дня рождения В.В. Докучаева. Рассмотрены вопросы сохранения и повышения естественного почвенного плодородия в условиях стрессов и изменения экологических функций почв. Особое внимание было уделено городским почвам. В работе конференции участвовало 117 студентов, в том числе и школьники. Опубликованы материалы конференции.

А.И. Попову присвоено звание профессора приказом Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки.

2012

А.В. Русаков, доцент кафедры защитил докторскую диссертацию на тему «Формирование озерно-ледниковых отложений и почв в перигляциальной зоне центра Русской равнины в позднем неоплейстоцене и голоцене».

Издано учебно-методическое пособие «Почвенное картирование». Авторы Б.Ф. Апарин, Е.В. Абакумов, Г.А. Касаткина, Н.Н. Матинян, А.В. Русаков, А.Г. Рюмин, Е.Б. Сухачева. Редактор Б.Ф. Апарина, Издательство СПбГУ.

Издано учебное пособие Э.И. Гагариной, Е.В. Абакумова «Почвообразующие породы с элементами четвертичной геологии». В нем рассмотрены основные генетические типы четвертичных почвообразующих пород, рассмотрены их классификация, диагностика и свойства. Изд. СПбГУ.

1–3 марта. Кафедра совместно с ЦМП провели XV Международную научную конференцию Докучаевские Молодежные чтения «Почва как природная биогемембрана». Председатель оргкомитета Б.Ф. Апарин.

Представлены данные по изучению межфазных взаимодействий в почвах. Рассмотрены вопросы изменения экологических функций естественных и антропогенно-преобразованных почв. Большое внимание уделено новым методам и подходам в почвоведении. Изданы тезисы докладов.

Опубликована монография Н. Н. Матинян, К.А. Бахматовой «Почвы и почвенный покров парков Петергофа», посвященная уникальным памятникам природы и искусства – паркам Петергофа. Охарактеризован почвенный покров парков, показаны строение и свойства естественных и антропогенно-преобразованных почв, дана экологическая оценка парковых экосистем. Изд. Филологический факультет СПбГУ.

Опубликована книга «Почвы и культурно-историческое наследие островов Соловецкого архипелага. Путеводитель экскурсии» с участием Н.Н. Авторы: Юркевич М.Г., Урусевская И.С., Матинян Н.Н., Орешникова О.В. и др. Петрозаводск, Изд-во Карельского научного центра РАН.

Апарин Б.Ф., проф., зав. кафедры избран Почетным членом Общества почвоведов Азербайджана.

Вышел в свет 7(34) выпуск «Материалы по изучению русских почв» под редакцией Б.Ф.Апарина. В сборнике представлены доклады участников XV Докучаевских молодежных чтений на тему «Почва как природная геомембрана» (1–3 марта 2012 г.), а также статьи студентов СПбГУ, подготовленные по материалам магистерских диссертаций и бакалаврских выпускных квалификационных работ, защищенных на кафедре почвоведения и экологии почв в 2012 г.

3 декабря. Кафедра приняла предложение руководства биолого-почвенного факультета о переходе на факультет географии и геоэкологии при сохранении кафедры как структурной единицы, сохранения за кафедрой действующего штатного расписания профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и инженеров, сохранения всех занимаемых помещений в здании на 16 линии д. 29 и на территории Петергофской площадки биолого-почвенного факультета. За кафедрой сохранился ежегодный прием студентов – 10 бюджетных мест в бакалавриат и 10 бюджетных мест в магистратуру.

2013

4–6 марта. Кафедра совместно с ЦМП провели XVI Международную научную конференцию Докучаевские молодежные чтения «Законы почвоведения: новые вызовы» была посвящена 130-летию со дня выхода в свет книги «Русский чернозем» В.В. Докучаева. На конференции были представлены результаты по изучению соотношения физических и химических свойств почв, особенностей органического вещества почв. Рассмотрены вопросы реабилитации почв и их оценка агроэкологического потенциала. Опубликовано тезисы докладов.

Издана книга «Почвоведение в Санкт-Петербурге. XIX –XXI вв. Биографические очерки». Ответственный редактор – Н.Н. Матинян. Содержит 116 очерков о жизненном и научном пути Петербургских ученых-почвоведов, оставивших свой след в развитии и становлении науки о почве. Изд. Нестор-История СПб.

Н.Н. Матинян присвоено звание профессора по кафедре почвоведения и экологии почв, приказом Министерства образования и науки РФ, №1025/нк-1.

Издано учебное пособие «География почв». Авторы А.С. Федоров, Г.А. Касаткина, Федорова Н.Н., Горячкин С.В. (Москва). Издательство СПбГУ.

Закончился 65-летний период пребывания кафедры почвоведения в составе Биолого-почвенного факультета. Приказом Ректора СПбГУ №2188/1 от 17.06.2013 «Рассмотрение вопросов преподавательской деятельности и научных исследований, осуществляемых работниками СПбГУ, относящихся к коллективу Кафедры почвоведения и экологии почв, а также вопросов, касающихся замещения должностей указанных и возложение на них дополнительных трудовых обязанностей» поручено Ученому совету факультета географии и геоэкологии.

По приказу и.о. ректора И.А. Дементьева №4906/1 от 31.12.2013 Кафедра почвоведения и экологии почв совместно с другими кафедрами геологического факультета и факультета географии и геоэкологии вошли в состав созданного Института наук о Земле СПбГУ.

2014

3–6 марта. Кафедра совместно с ЦМП провели XVII Международную научную конференцию Докучаевские молодежные чтения «Новые вехи в развитии почвоведения: современные технологии как средства познания». Председатель оргкомитета Б.Ф. Апарин. На конференции были рассмотрены современные научные достижения студентов, аспирантов, молодых ученых. Работало 6 секций по следующим направлениям: технологии, инновации и эксперименты в почвоведении; разнообразие почв России и их пространственно-временная динамика; плодородие почв как фундамент устойчивости агроэкосистем; деградация, оценка и охрана почвенных и земельных ресурсов; почвы урбанизированных ландшафтов. Конференция была посвящена 110-летию Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева. Опубликовано тезисы докладов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Апарин Б.Ф., Матинян Н.Н. Памятные даты из истории почвоведения в Санкт-Петербургском университете.// Вестник СПб университета, сер. 3, вып. 1, С. 18–38, 2006.

110 ЛЕТ ЦЕНТРАЛЬНОМУ МУЗЕЮ ПОЧВОВЕДЕНИЯ им. В.В. ДОКУЧАЕВА (ХРОНИКА ПОСЛЕДНЕГО ДЕСЯТИЛЕТИЯ)

Е.А. Русакова

Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева, Санкт-Петербург

Рассматриваются основные этапы развития в период 2005–2013 гг. и современное состояние Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева.

В 2004 г. вышел очередной [5(32)] выпуск «Материалов по изучению русских почв», посвященный 100-летию Центрального Музея почвоведения им. В.В. Докучаева. В нем была опубликована историческая летопись Музея за 100 лет его существования, составленная старейшим сотрудником музея, проработавшем в нем более 40 лет, научным сотрудником Людмилой Викторовной Зыкиной. Данная статья является продолжением музейной летописи.

2005

Совместно с кафедрой почвоведения и экологии почв СПбГУ проведены VIII Докучаевские молодежные Чтения «Органическое вещество почв в современных экосистемах» и III Всероссийская конференция «Гуминовые вещества в биосфере».

Проходит научная конференция «Экология Санкт-Петербурга и его окрестностей», материалы публикуются в одноименном издании.

В вестибюле Музея открыт научно-художественный комплекс «Единство мира» (автор идеи Б.Ф. Апарин, художник П.А. Абрамичев).

Проходят фотовыставки «Планета Земля» и «Кривые линии большого города» (фотограф Н.И. Кармазин).

Для маленьких посетителей созданы макеты сказочных норок мышей «Соседи» и хомяков «Общежитие» (художник П.А. Абрамичев).

Музей получил в дар от В.Н. Батурина макеты четырех коров с авторской росписью московских художников.

На основе архива института ГНПЦ «Ленгипроводхоз» и картографического и аналитического материала, полученного сотрудниками Музея в разные годы, Е.Ю. Сухачевой под руководством Б.Ф. Апарина разработана база данных мелиорируемых земель, содержащая информацию о 32 двух участках осушительной мелиорации Ленинградской области.

2006

Совместно с кафедрой почвоведения и экологии почв СПбГУ проведены IX Докучаевские молодежные Чтения «Почвы России. Проблемы и Решения».

К 170-летию агропочвоведения проходит Всероссийская научная конференция «Почвоведение и агрохимия в XXI веке». К конференции приурочен специальный выпуск газеты «Сельская жизнь» от 20–26 апреля «Спасите нашу почву», в которой публикуется ряд статей Б.Ф. Апарина.

Е.Ю. Сухачевой и Л.В. Зыкиной под руководством Б.Ф. Апарина создается электронная база данных коллекций почвенных монолитов, содержащая информацию о 2272 единицах. Каждый монолит характеризуется десятками параметров, включая паспортные данные, химические, физические, биологические и другие характеристики. Н.И. Кармазиным завершена фотосъемка почвенных монолитов из фондов Музея.

Выходит иллюстрированная брошюра Б.Ф. Апарина к 160-летию В.В. Докучаева «Докучаевская парадигма естествознания».

Открыта новая экспозиция «Подземный мир почв» и «Погребенные почвы ранне-средневековых памятников Нижнего Поволжья».

В Музее появились панно, выполненные из природных материалов – «Кладовая солнца», «Восточный мотив», «Времена года» и композиции «Белое золото» и «Причал «Овощи» (художник П.А. Абрамичев).

В рамках издательского проекта по подготовке материалов к переизданию книги «Русский чернозем» проведена экспедиция по сбору научного и иллюстративного материала. Экспедиция прошла по Нижегородской, Пензенской, Тамбовской, Воронежской, Белгородской, Курской, Орловской, Калужской, Смоленской Обл. Пройдено 6000 км.

2007

Выходит в свет «Красная книга почв Ленинградской области», завершена многолетняя работа совместно с кафедрой почвоведения и экологии почв СПбГУ по созданию этой монографии.

В журнале «Почвоведение» выходит статья, написанная совместно с московскими коллегами, «Верификация «Классификации и диагностики почв России» (2004) по коллекции почвенных монолитов Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева» (авторы: Б.Ф. Апарин, М.И. Герасимова, И.И. Лебедева, Е.Ю. Сухачева, В.Д. Тонконогов).

Совместно с кафедрой почвоведения и экологии почв СПбГУ проведены юбилейные X Докучаевские молодежные Чтения «Почвы и Техногенез» и международная научная конференция «Пространственно–временная организация почвенного покрова: теоретические и прикладные аспекты».

Создан портрет В.В. Докучаева в уникальной технике с использованием различных почв (художник П.А. Абрамичев).

В рамках издательского проекта книги «Русский чернозем» проведена экспедиция по сбору научного и иллюстративного материала. Экспедиция прошла по Ставропольскому краю, Воронежской, Белгородской, Курской, Калужской и Смоленской обл. Пройдено 7000 км.

2008

Завершена работа по переизданию книги В.В. Докучаева «Русский чернозем». Спонсор издания В.Н. Батурин. Это первое иллюстрированное переиздание книги объемом 480 страниц и тиражом 1000 экземпляров. Презентация книги прошла в Актовом зале Санкт-Петербургского университета на открытии научной конференции «Плодородие почв – уникальный природный ресурс – в нем будущее России».

Совместно с кафедрой почвоведения и экологии почв СПбГУ проведены XI Докучаевские молодежные Чтения «Почва как носитель плодородия».

Б.Ф. Апарин и Е.Ю. Сухачева приняли участие с докладами на V Всероссийском съезде общества почвоведов им. В.В. Докучаева в Ростове-на-Дону и 2-ой Международной Ассамблеи «Земля и урожай» в С.-Петербурге.

Вышла монография Б.Ф. Апарина и Е.Ю. Сухачевой «Эволюция почв и почвенного покрова объектов осушительной мелиорации».

В рамках восьмого фестиваля «Современное искусство в традиционном музее» прошла выставка «Terra Incognita», на которой художник В.Н. Григ включил в пространство инсталляции музейную экспозицию и создал с помощью почвы и современных художественных приемов иллюзию присутствия некоего осязаемого подземного мира.

Впервые Музей участвовал в общегородском фестивале «Детские дни в Петербурге» с программой для детей 7–11 лет «Почвенные города и их обитатели». Для этой программы была создана экспозиция в виде вертикального среза чернозема 1.8х0.85 м, в котором разместились в своих норках и ходах степные обитатели (П.Д. Гурин, художник П.А. Абрамичев).

Организована фотовыставка «Маршрутами В.В. Докучаева» (фотограф Н.И. Кармазин).
Проведено 130 экскурсий.

2009

Совместно с кафедрой почвоведения и экологии почв СПбГУ проведены XII Докучаевские молодежные Чтения «Почва и продовольственная Безопасность России», посвященные 130-летию первой научно классификации почв.

Открыта экспозиция «Из истории почв Азиатской России» (исп. В.П. Сысоев, Е.Д. Чигалейчик).

Прошла выставка «Почвы Алтая», на которой были представлены монолиты почв Алтая, подаренные Музеем директором ФГУП «Прогресс» доктором наук Р.П. Воробьевой. Монолиты отобраны в ходе экспедиции на Алтай в 2008 г. под руководством начальника экспедиции старшим научным сотрудником Почвенного института им. В.В. Докучаева М.И. Скрипниковой.

Организована фотовыставка «Плоды земные» (фотограф Н.И. Кармазин).

В рамках детского проекта ДТЮ Фрунзенского района состоялась выставка детских эмблем «Почва у нас под ногами».

Впервые Музей участвовал в акции «Ночь музеев», музей посетили 1700 человек.

В общегородском фестивале «Детские дни в Петербурге» Музей принял участие с программой для школьников 13–15 лет «Стекольный проект» (автор П.Д. Гурин).

Прошло открытие научно-образовательной экспозиции «Подземное царство», созданной художником В. Григом при поддержке Фонда Дмитрия Зимина «Династия». Сочетание традиционных музейных средств (муляжи, макеты), современных информационных технологий (анимационные видеофильмы, лайтбоксы, световые эффекты) и приемов современного искусства дало возможность показать, скрытую от наших глаз, жизнь почвы.

Выходит 6 (33) выпуск «Материалы по изучению русских почв».

Состоялась пресс-конференция «Глобальные изменения климата – это почвенная проблема», посвященная итогам международной конференции по климату в Копенгагене.

В рамках научно-исследовательских работ проведены две экспедиции: в Вологодскую область (совхоз «Белые пруды») и по Северо-Западу России (Ленинградская и Новгородская область).

Проведено 150 экскурсий.

2010

Совместно с кафедрой почвоведения и экологии почв СПбГУ проведены XIII Докучаевские молодежные Чтения «Органо-минеральная матрица почв» и V Всероссийская конференция «Гуминовые вещества в биосфере».

В рамках проведения конференции прошла выставка «Тюрин – знакомый и незнакомый», все выставленные предметы и фотографии были подарены Музеем дочерью ученого, М.И. Тюриной Оберландер (исполнители В.П. Сысоев, Е.Д. Чигалейчик).

Организована фотовыставка «Земли терпение» (фотограф Н.И. Кармазин).

Музей участвует в выставке, проводимой в Москве Фондом Дмитрия Зимина «Династия» с экспозицией «Почва. Невидимый мир». Экспозиция создана при поддержке Фонда (художник В.Н. Григ; научные консультанты Б.Ф. Апарин, Е.Ю. Сухачева, П.Д. Гурин).

1586 человек посетило музей с 18 до 6 часов акции «Ночь музеев», тема «Талерантность».

В общегородском фестивале «Детские дни в Петербурге» Музей принял участие с программой для дошкольников «Сорока-ворона кашу варила», программу посетило около 4 000 человек (автор Е.А. Русакова).

Впервые Музей принял участие в общегородском проекте для школьных и семейных команд «Большая регата», для проекта было разработано 9 маршрутов (автор Е.Д. Чигалейчик)

В уникальной технике с использованием почв Ленинградской области оформлена центральная колонна третьего зала, тема «Экология Санкт-Петербурга» (художник П.А. Абрамичев).

Совместно с кафедрой почвоведения и экологии почв СПбГУ Музей провел экспедиции по лесостепным и степным районам Европейской части России и по Ленинградской области с целью проведения исследований по изменениям свойств почв в XX столетии.

Проведено 1645 экскурсий.

2011

Совместно с кафедрой почвоведения и экологии почв СПбГУ проведены XIV Докучаевские молодежные Чтения «Почвы в условиях природных и антропогенных стрессов».

Музей провел Международную конференцию «Ресурсный потенциал почв – основа продовольственной и экологической безопасности», посвященную 165-летию В.В. Докучаева. В конференции приняло участие более 140 специалистов из 28-ти городов России и зарубежья.

Музей впервые участвовал в качестве партнера в конференции «Ученые будущего» (отв. Н. Бакунович) на базе Эколого-ботанического центра Санкт-Петербурга.

В рамках Второго международного фестиваля науки фонда «Династия» в Москве прошла выставка «Жизнь. Версия науки», на которой был представлен модуль, посвященный почве – «Инкубатор жизни». Научные консультанты и разработчики выставки – Б.Ф. Апарин, Е.Ю. Сухачева, П.Д. Гурин, художник В. Григ.

28 витражей с изображением листьев, насекомых, птиц разместились под потолком третьего зала (художник П.А. Абрамичев).

2019 человек посетило музей во время акции «Ночь музеев», тема этого года – «Космос». К этому мероприятию была подготовлена фотовыставка «Есть ли жизнь на Марсе» (отв. Е.Д. Чигалейчик).

В рамках VII Фестиваля детских музейных программ «Детские дни в Петербурге» музей проводил интерактивные занятия «Подземные обитатели под микроскопом» (автор Е.А. Русакова, Е.В. Пятина). На занятиях побывало 1162 человека.

Для конкурса – путешествия «Большая регата» была разработана программа «С медведем по природным зонам России» (автор Е.Д. Чигалейчик, Е.А. Русакова).

Была проведена экспедиция в Воронежскую область, где на участке некосимой степи из разреза 3x4 м и глубиной 2.7 м было отобрано 10 монолитов для создания (исп. М.Б. Лабутов) призм чернозема в Почвенном институте им. В.В. Докучаева (Москва).

Совместно с кафедрой почвоведения и экологии почв СПбГУ Музей провел экспедицию по Ленинградской области с целью выбора площадок для почвенно-экологического мониторинга в Лисинском учебном лесхозе.

Проведено 2487 экскурсий.

2012

Совместно с кафедрой почвоведения и экологии почв СПбГУ проведены XV Докучаевские молодежные Чтения «Почва как природная биогемембрана», посвященные 150-летию Р.В. Ризположенского. Была организована выставка, посвященная этой дате, отражающая некоторые этапы жизни ученого, оставившие след в истории почвоведения (исп. Е.А. Русакова).

Музей выпустил 7(34) «Материалы по изучению русских почв».

Открыт научно-образовательный комплекс, в стиле art-science, «Шагреновая кожа планеты». Новая экспозиция нацелена на популяризацию современных знаний о биосферных функциях почв и проблемах обеспечения продовольственной и экологической

безопасности населения нашей планеты. Проект осуществлен при поддержке гранта фонда Дмитрия Зимина «Династия» «Научный музей в XXI веке». Авторы проекта Б.Ф. Апарин, Е.Ю. Сухачева, П.Д. Гурин, художник В.Н. Григ.

Выпущены буклеты «ГНУ ЦМП им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии» и «Подземное царство» (отв. за выпуск Е.Ю. Сухачева, фото Н.И. Кармазина).

Организована фотовыставка «Природа и город» (фотограф Н.И. Кармазин), фотовыставка «Родная Земля» (исп. П.В. Ярошевский).

Музей участвовал с интерактивным занятием «Подземные обитатели под микроскопом» в выставке научно-популярных интерактивных экспонатов «Научный музей в XXI веке» в г. Петрозаводске (Е.В. Пятинина, Е.А. Русакова).

Программу «Тайны почв Санкт-Петербурга» акции «Ночь музеев» посетило 1908 человек.

В игре-путешествии «Большая регата» Музей участвовал с маршрутом «SOS. Спасем крокодилов Амазонки» (автор Е.Д. Чигалейчик).

В рамках VIII Фестиваля детских музейных программ «Детские дни в Петербурге» Музей участвовал с маршрутом «На своем месте» (автор Е.А. Русакова). У нас побывало 1320 посетителей.

Создана выставка в Почвенном институте им. В.В. Докучаева, отражающая Ленинградский этап существования института (исп. Е.А. Русакова).

Совместно с кафедрой почвоведения и экологии почв СПбГУ Музей провел экспедицию по Ленинградской области с целью решения проблемы разграничительной диагностики горизонтов и оценки их роли в определении агроэкологического потенциала.

Проведено 2762 экскурсии.

2013

Совместно с кафедрой почвоведения и экологии почв СПбГУ проведены XVI Докучаевские молодежные Чтения «Законы почвоведения: новые вызовы».

Была организована выставка «В.И. Вернадский ученик В.В. Докучаева», посвященная 150-летию ученого (исп. Е.А. Русакова).

Фотовыставка «Экология мегаполиса» (фотограф Н.И. Кармазин).

Выпущены буклеты «Шагреновая кожа планеты» (отв. за выпуск Е.Ю. Сухачева); «Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева» (отв. за выпуск Е.А. Русакова, фото Н.И. Кармазина); «Докучаевские молодежные чтения» (отв. за выпуск Б.Ф. Апарин).

Созданы 4 витрины экосистемы полупустыни, степи, водоема, елового леса (автор Е.А. Русакова, художник П.А. Абрамичев).

От кафедры минералогии СПбГУ музей получил в дар лабораторный стол В.В. Докучаева, который занял почетное место в экспозиции Музея.

Совместно с ассоциацией «Чистый город» Музей организовал и провел межрегиональный конкурс экологического плаката для школьников «Что посеешь, то и пожнешь!» (отв. Е.Д. Чигалейчик).

В акции «Ночь музеев 2013» Музей участвовал с программой «Открой для себя почву». Для этого мероприятия была обновлена экспозиция «Степь» – создана подсветка, показывающая суточного освещения, синхронно с пением птиц и насекомых. Число посетителей составляло 1140 человек.

В игре-путешествии «Большая регата» Музей участвовал с маршрутом «Архипелаг «Докучаевские острова» (авт. Е.Д. Чигалейчик). В рамках конкурса музей посетила 31 команда.

В рамках IX Фестиваля детских музейных программ «Детские дни в Петербурге» музей проводил игру-путешествие «Раз, два – превращаюсь в муравья» (авт. Е.А. Русакова, Е.В. Пятинина). На занятиях побывало 1200 человека.

На выставку научно-популярных интерактивных экспонатов «Научный музей в XXI веке» в г. Самара Музей повез интерактивное занятие «Подземные обитатели под микроскопом» (Е.Д. Чигалейчик)

В рамках партнерства Музей участвовал в организации выставки в Центральной районной библиотеке Петродворцового района «Экология города», фотовыставки «Наш город» (отв. Е.А. Русакова, фотограф Н.И. Кармазин). В мероприятии, посвященном экологическим проблемам города, с докладом выступила Е.Ю. Сухачева.

В рамках партнерства Музей участвовал в эколого-просветительском проекте Государственного музея «Выборгский замок» «Мы сохраним тебя, планета Земля!» с фотовыставкой Н.И. Кармазина «Экология С.-Петербурга».

Музей ведет работы над созданием нового информационного ресурса по характеристике почв и почвенного покрова Ленинградской области – Атласа «Почвы Ленинградской области» (руководитель проекта Б.Ф. Апарин, ответств. исп. Е.Ю. Сухачева).

Совместно с кафедрой почвоведения и агрохимии Алтайского Государственного Аграрного Университета участвовали в почвенной экспедиции по Алтайскому краю и Горному Алтаю для сбора материалов по созданию электронного атласа «Почвы Алтая» и отбора почвенных монолитов.

Совместно с кафедрой почвоведения и экологии почв СПбГУ проведено почвенно-экологическое исследование территории музея-заповедника «Парк Монрепо», составлена крупномасштабная почвенная карта с характеристикой почв.

Проведено 3055 экскурсий.

УЧАСТИЕ ГНУ ЦМП им. В.В. ДОКУЧАЕВА В ФЕСТИВАЛЕ «ДЕТСКИЕ ДНИ В ПЕТЕРБУРГЕ»

Е.А. Русакова

Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева, Санкт-Петербург

Рассказывается об опыте проведения игровых программ ГНУ ЦМП им. В.В. Докучаева, в рамках ежегодного фестиваля «Детские дни в Петербурге».

Долгое время Центральный Музей Почвоведения им. В.В. Докучаева, являясь научным учреждением, занимался только экскурсионной научно-просветительской и научно-популяризационной работой. Только в последнее время музей стал активно участвовать в межмузейных проектах, общегородских фестивалях и мероприятиях, что позволило обогатить основную экспозицию интерактивными комплексами, создать игровые формы проведения экскурсий и занятий и в конечном итоге расширить нашу целевую аудиторию.

Фестиваль «Детские дни в Петербурге» – это масштабный партнёрский проект, ежегодно объединяющий более 30-ти музеев города. Организаторами фестиваля и разработчиками концепции программы является Центр развития музейного дела при поддержке Комитета по культуре Санкт-Петербурга. На подготовительном семинаре музейные сотрудники продумывают предметные связи между экспозициями и создают межмузейные маршруты, связывающие музеи единой темой. Путеводители («маршрутные листы») каждый год разрабатываются специально для «Детских дней» и позволяют самостоятельно путешествовать по залам музея. Попадая в музей, участвующий в основной программе, ребенок получает в подарок игровой путеводитель с заданиями, рисунками, доступными ребенку комментариями. В игре-путешествии «12345 – Я ИДУ ИСКАТЬ!» могут принять участие дети и подростки от 5 до 15 лет. В параллельную программу входят игровые за-

нения, интерактивные выставки и мастер-классы. Почти все события параллельной программы предполагают предварительную запись, так как число их участников ограничено.

Впервые Музей Почвоведения участвовал в фестивале «Детские дни в Петербурге» в 2008 году в параллельной программе для детей 7–11 лет. Для программы «Почвенные города и их обитатели» художником П.А. Абрамичевым была создана экспозиция в виде вертикального среза чернозема 1.8х0.85 м, в котором разместились в своих норках и ходах степные обитатели. П.Д. Гурин разработал интерактивную экскурсию, рассказывающую об обитателях почвы в разных природных зонах. Проходила викторина «Кто, где живет» и игра «Составь цепи питания».

В 2009 г. Музей принял участие в основной программе фестиваля, с проектом для детей 13–15 лет. Совместно с Музеем антропологии и этнографии им. Петра Великого П.Д. Гурин создал маршрут «SteCOOL'ный проект». В рамках «SteCOOL'ного» проекта участникам предстояло пройти путь от поиска сырья для приготовления стекла до изобретения инновационной формулы стекла. Для этого проекта мы создали вступительный ролик о варке стекла. После просмотра ролика участники приступали к выполнению заданий для решения, которых необходимо было проявить наблюдательность и фантазию, а также попробовать себя в роли бизнесмена. В процессе поиска ингредиентов для создания стекла, школьники путешествовали по различным природным зонам и знакомились с различными почвами и растениями геологоразведчиками. По окончании путешествия участники получали патент на свое авторское «изобретение».

В 2010 г. на программу «Сорока-ворона кашу варила» к нам пришло рекордное число участников, около 4000 детей и родителей. Мы участвовали в основной программе фестиваля для детей 5–7 лет совместно с Ботаническим музеем и Музейным комплексом «Вселенная Воды», с экспозициями этих музеев нас объединяли всевозможные тематические и предметные связи. Чтобы сварить кашу, Сороке-вороне из любимой всеми детской присказки-потешки нужны были вода, дрова и крупа. Современный ребёнок-горожанин подчас не понимает, откуда берутся эти простые вещи. Вода – из крана, крупа – из магазина. Пройдя по маршруту, придуманному Е.А. Русаковой, дети узнавали, где «растут» каши, какую пользу приносят червяки, кто и чем обрабатывает почву. А поскольку малыши любят не просто смотреть и слушать, но играть и двигаться, они посидели верхом на корове и загадали ей на ушко желание, помогли Золушке перебрать фасоль и даже зарисовали монолиты почв. Во время фестиваля мы проводили мастер-класс «Краски в кухонном шкафу», не только дети, но и родители создавали необыкновенные картины, черпая вдохновение в ... кухонном шкафу. Красками для этих картин служили крупы и семена.

В 2011 г. мы попали в параллельную программу с интерактивным занятием «Подземные обитатели под микроскопом», которое состояло из двух частей. Продумывая программу, мы стремились, чтобы занятие заинтересовало ребят теми процессами, которые протекают в почве и ролью живых организмов в ней, чтобы оно не стало повторением урока биологии, а помогло по-новому взглянуть на почву, как на материю, рождающую жизнь. Е.В. Пятина разработала лабораторное занятие, на котором участники учились работать с микроскопом, готовили временные микрорепараты, рассматривая представителей нанофауны почвы. С помощью бинокля знакомились с особенностями строения некоторых почвенных обитателей мезофауны: дождевого червя, многоножки, мокрицы. Е.А. Русакова подготовила экскурсию о жизни почвенных обитателей с использованием экспозиции музея. Можно было потрогать макет амебы протей; увидеть с помощью электронного микроскопа на экране монитора в реальном времени за жизнедеятельностью почвенных червей энхитреид; посмотреть анимационные фильмы «Город бактерий» и «Путешествие дождевого червячка»; послушать звуки, издаваемые обитателями почвы с помощью инвайронмент-объекта «Звуки почвы». В детские дни нас посетили 2 825 человек, из них на занятиях побывало 1162 человека.

В 2012 г. в рамках фестиваля Музей участвовал с маршрутом «На своем месте» (автор Е.А. Русакова). Маршрут для детей 9–12 лет объединял нас с Музеем Анны Ахматов-

вой в Фонтанном Доме и Музеем – заповедником «Гатчина». Цель маршрута была обратить внимание ребенка к тому, что происходит прямо у него под ногами. Маршрут позволил участникам фестиваля побывать в гостях у сверчков, почувствовать себя на месте подземного обитателя, сравнить себя с тушканчиком, заглянуть в корень, построить дом в тундре, исследовать почвообразующие породы и понять, почему многое возможно только на своем месте. Маршрут включал и знакомство с картинами, выполненными художниками образцами из почвы, а в качестве домашнего задания мы предлагали детям самим сделать картину из почвы (образцы почв для картин раздавали в конце маршрута). В ходе фестиваля у нас побывало 1320 посетителей.

В 2013 г. в рамках параллельной программы Музей проводил игру-путешествие «Раз, два – превращаюсь в муравья» (авт. Е.А. Русакова, Е.В. Пятина). Мы приглашали заглянуть в муравейник! В ходе игры-путешествия можно было понаблюдать за живыми муравьями и увидеть их жилище с помощью лупы в формикарии, подробно рассмотреть муравья в микроскоп. Участники игры узнали о разных видах муравьев, о жизни муравейника, познакомились с их друзьями и врагами, узнали о том, какую роль выполняют муравьи в природе и как влияют на почву.

А так ли сильно человек отличается от муравьев и чему можно у них поучиться? На этот вопрос можно было ответить, примерив на себя роль принцессы, солдата, разведчика, няньки или рабочего муравья. В заключение детей ждала настольная экологическая игра о роли «маленьких тружеников» в природе. В виде раскраски эту игру участники получили в подарок, и дома смогли продолжить свое путешествие по миру насекомых. На занятиях побывало 1200 человека.

УДК 631.4

ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРУЖОК В ШКОЛЕ

И.А. Самофалова

ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, samofalovairaida@mail.ru

Для понимания явлений природы и воспитания у детей любознательности, ответственности за свои действия, организованности, дисциплинированности необходимо их вводить в исследовательскую деятельность. Изучая природные объекты в окружающей среде, ребята приобщаются к миру Природы, познают ее законы, что в свою очередь развивает у детей экологическое образование и отношение к природе.

В школе № 50 (г. Пермь) сформировалась инициативная группа из учеников 6 класса, которые хотели узнать, как делается наука, как возможно исследовать окружающий мир, ставить эксперименты, задавать Природе свои собственные вопросы и получать на них ответы. Ученики выбрали природный объект, расположенный в их жилом районе и начали под руководством учителя биологии проводить наблюдения с 2010 года. Ребята обнаружили виртуальную научную лабораторию школьников, объединяющую единомышленников по всему миру – программу GlobalLab (www.globallab.ru). Школьники стали изучать эту программу и проводить предлагаемые в ней экологические исследования территории.

Ребят заинтересовала река Ива, протекающая через их жилой массив. Хорошо выраженный пойма реки представляет собой огромный лог, который имеет историческое название «Поваренный лог». Ученики решили проводить мониторинговые исследования по сезонам года за состоянием реки, растительности, определять органолептические показатели воды р. Ивы, измерять температуру воды, почвы, воздуха, снега, проводить различ-

ные лабораторные опыты, изучать и описывать природные явления, происходящие в течение года на исследуемой территории.

Впоследствии, любопытство ребят росло, и им стало интересно не только исследовать природные явления, наблюдая и описывая их, а и проникнуть вглубь каких-либо процессов и явлений. Учительница ребят (руководитель школьного кружка) обратилась на кафедру почвоведения за помощью в проведении каких-либо экспериментов и факультативных занятий для учеников. Мы (доцент И.А. Самофалова, ст. преподаватель М.Н. Власов) организовали ребятам экскурсию в почвенный музей имени В.В. Никитина на кафедре почвоведения, рассказали о почвах, об условиях их формирования и пригласили участвовать учеников в почвенно-экологическом кружке. Так, три года назад началась научно-исследовательская дружба и сотрудничество с детьми.

Летом 2011 года мы начали проводить полевые занятия с ребятами совместно со студентами, занимающимися в почвенно-экологическом кружке. В пойме р.Ивы были заложены почвенные разрезы и проведен отбор почвенных образцов. Ученикам было очень интересно увидеть и узнать что же там, ниже поверхности земли. Разрезы были заложены на разных участках поймы и дети смогли увидеть изменение почв в пространстве. Для них это было незабываемое событие, которым они позже активно делились с родителями и своими сверстниками, одноклассниками в школе.

Познакомили ребят с морфологическими признаками почв и провели характеристику наших объектов исследований. В течение учебного года со школьниками на кафедре почвоведения мы проводили аналитические исследования в почвенных образцах, взятых в летний период. Начинали мы со знакомства с лабораторией, химической посудой, техникой безопасности. Им все было интересно. Ребята под руководством преподавателей участвовали в подготовке образцов к анализам (отбор средней пробы, растирание, просеивание, хранение), научились составлять регистрационные ведомости образцов. Проведение анализов почвенных образцов начинали с простых определений: реакции среды, гигроскопической влажности. Затем мы с ними освоили и более сложные анализы: определение суммы обменных оснований, гидролитической кислотности, определение содержания гумуса, магнитной восприимчивости, а в нынешнем учебном году – гранулометрический состав почв методом пипетки с отбором всех проб. Ребята участвовали в расчетах результатов и оформлении полученных данных.

Ребята окунулись в научно-исследовательскую деятельность, занимаясь в кружке, и проявляли активность на всех этапах выполнения анализов. Выполняя расчетные работы, ученики учились интерпретировать полученные результаты, искать информативные формы их изображения, самостоятельно делать выводы по полученным данным.

Таким образом, ежегодно обновлялись данные по объектам исследований. В течение трех лет сотрудничества ребята ежегодно выступали с результатами своих исследований на школьных научно-исследовательских конференциях, на научно-практических студенческих конференциях в нашей академии, а также на Докучаевских молодежных чтениях в 2012, 2013, 2014 годах.

Итак, занимаясь в почвенно-экологическом кружке, ребята постигают биосферную роль почвы через изучение свойств почвы, факторов почвообразования, классификацию. Основы почвоведения формируют у детей представления целостной естественно-научной картины мира, а успехи в научно-исследовательской деятельности являются мощным мотивационным инструментом, стимулом к обучению, расширению кругозора, самореализации детей вне школьных программ обучения, умению донести информацию до слушателей, личностному росту ребенка.

ФОРМЫ РАБОТЫ СО ШКОЛЬНИКАМИ В ГНУ ЦМП им. В.В. ДОКУЧАЕВА. ФЕСТИВАЛЬ «БОЛЬШАЯ РЕГАТА»

Е.Д. Чигалейчик

Долгое время в Центральном музее почвоведения им. В.В. Докучаева (ЦМП) основной формой взаимодействия со школьниками была традиционная экскурсия, которая представляла собой монолог научного сотрудника или реже – беседу с учащимися. С 2008 года сотрудники музея, не отказываясь от традиционной экскурсии, стали использовать дополнительные способы взаимодействия с посетителями школьного возраста – например, хорошо известную учителям самостоятельную работу учеников в малых группах или индивидуально. Такая форма работы повышает активность учащихся, побуждает их к исследовательской деятельности, творчеству; способствует запоминанию музейных материалов. Стимулом для расширения способов коммуникации с юными экскурсантами стали музейные фестивали, которые с 2008 года были организованы в Санкт-Петербурге. Это и акция «Ночь музеев», и фестиваль детских программ «Детские дни в музее», и игра-путешествие «Большая регата».

Проект «Большая регата» был осуществлен Океанариумом города Санкт-Петербург в 2009 году. Организаторы мероприятия справедливо посчитали, что в городе, который имеет давние морские традиции и огромное количество интересных музеев, посещение храмов наук можно представить как увлекательное морское путешествие. Виртуальный корабль в своем путешествии бороздит воды океанов, причаливает к различным архипелагам, островам, замкам (это музеи города). В красивый вахтенный журнал, имеющийся у каждой команды, ребята вносят отчетные записи о посещении каждого музея.

«Большая регата» имеет три особенности, которые отличают её от других музейных фестивалей города.

Во-первых, она рассчитана на весь учебный год: старт «Регаты» обычно происходит в конце сентября. С октября по март каждая команда ходит по своему маршруту, составленному в соответствии с возрастом школьников, посещая 1–2 музея в месяц. В апреле проводится финал и в мае – закрытие фестиваля.

Во-вторых, целевой аудиторией является, как правило, команда одноклассников во главе с учителем.

В-третьих, – это конкурс. Музеи-участники не просто проводят экскурсии, а осуществляют программу, по которой команды должны самостоятельно выполнять задания и набирать баллы (максимальное количество – 100 баллов). Каждый музей также имеет право дать определенное количество бонусов (наклейки в вахтенный журнал) за наличие формы, речёвки или другие заслуги команд. Сотрудники учебного центра «Океанариума», которые являются организаторами и методистами «Большой регаты», очень бережно относятся к каждой команде; стараются, так или иначе, поощрить всех участников.

Финал конкурса – это всегда очное состязание команд. В последние годы финальной площадкой является Музей истории СПб Петропавловская крепость. Закрытие «Регаты» – это праздник, который проходит на крыше ТРК комплекса «Нептун» (место размещения Океанариума). Команда-победитель награждается настоящей морской прогулкой по Финскому заливу на парусном судне.

ЦМП участвует в «Большой регате» с 2010 учебного года, в течение которого реализовывался проект для учащихся города – «Океаны». Сотрудники музея, заинтересованные коллегами из океанариума, в рамках эксперимента принимали на своей территории разновозрастные команды каждый месяц (с октября по март). В итоге было составлено девять маршрутных листов для школьников двух возрастных категорий (начальная и средняя школа). Наиболее удачным оказался маршрут «Северный Ледовитый Океан» для начальной школы.

ЦМП располагает богатым фондом географических карт. Это, прежде всего почвенные карты, а также физические, климатические и геологические. Для маршрута «Северный Ледовитый Океан» сотрудники музея использовали крупномасштабные карты «Морского атласа» 1950 года издания.

Для выполнения одного из заданий маршрутного листа участники проекта должны были найти на этих картах два объекта: архипелаг Северная Земля и архипелаг Земля Франца Иосифа. Затем эти же объекты следовало показать на уникальном почвенном глобусе (трудность заключалась в том, что на глобусе, в отличие от карты, названия не подписаны).

Затем участники знакомились с особенностями климата, животного и растительного мира этих островов (экскурсия с демонстрацией фотографий) и почвами (по имеющимся в музее монолитам).

Также учащиеся отвечали на вопросы по ходу экскурсии, зарабатывая баллы. Для этого использовались жетоны трёх цветов – на вопросы разной сложности и разной «стоимости». Сотрудники музея, ребята и учителя всех команд данного маршрута остались довольны друг другом, получили новые знания и положительные эмоции!

Общей темой проекта «Большая регата» 2011/2012 учебного года была тема: «SOS! Почему гибнут животные?!». На этот раз ЦМП участвовал только в двух межмузейных маршрутах – «Медведь» и «Крокодил». Так как сотрудники музея убеждены, что почва – это сердце любой экосистемы, и любая экологическая проблема так или иначе связана с почвой, то задания маршрутов были связаны с исследованием почвенных монолитов. В рамках этого проекта получились познавательные и очень интересные программы, включающие в себя и элементы экскурсии, и подготовленную музеем презентацию, и маршрутные листы с разнообразными заданиями для самостоятельной работы, каждое из которых так же оценивалось определённым количеством баллов.

В 2012/2013 учебном году сотрудники ЦМП составили маршрут «Архипелаг «Докучаевские острова», в рамках общей темы: «Выживаем на необитаемом острове».

Оформление заданий для учащихся отличалось от предыдущих лет, и было представлено в виде кроссворда с опорными словами. Обойдя все залы музея, внимательно рассмотрев экспонаты и ответив на предложенные в кроссворде вопросы, ребята получали названия четырёх дикорастущих растений, которые помогают выживать в случае необходимости (одуванчик, рогоз, камыш и лопух). Затем учащиеся находили эти растения в музее и узнавали об их питательных свойствах, а также почвах, на которых произрастают эти растения.

Тема межмузейного маршрута для учащихся 2013/2014 учебного года это – «Замки, знания, замки». Каждый музей исполнял роль одного из залов Замка Знаний, от которых потеряны ключи. Чтобы не потерять знания и найти ключи, каждой команде школьников необходимо было выполнить задания по истории знаний той науки или вида искусства, которое представляет данный музей. В рамках вышеуказанного маршрута ЦМП разработал программу «Истоки знаний о почве» для 7–9-х классов. Программа включала в себя просмотр мультипликационного фильма (создан по заказу ЦМП) «Все мы хотим есть!»; текст об истории почвоведения с пропущенными словами и заданиями. Ответы на задания необходимо было найти самостоятельно в экспозиции музея. Таким образом, учащиеся подбирали ключ и открывали зал Замка Знаний!

Подводя итог, хочется сказать: «Большая регата» – это очень интересная форма взаимодействия музеев со школьниками. Одна и та же команда с удовольствием приходит в тот же музей на следующий год, зная, что увидит и узнает там что-то новое. Дети начинают относиться к музеям не как к скучной повинности. У учащихся появляется заинтересованность, любознательность к разным областям знаний и хорошая привычка часто посещать музеи.

Научно-методические вопросы почвоведения

UDC 631.10

RHIZOSPHERIC PHOSPHATE SOLUBILIZING PANTOEAE AGGLOMERANS LP1 CAN PERSISTS IN NON-STERILE MATERIALS IN LONG TERM

Er Fatih, Ahmet Sami Erol

Selcuk University, Çumra High Educational College, 42500 Çumra-Konya/ Turkey,
aserol@selcuk.edu.tr

A cold-tolerant phosphate solubilizing bacterium (PSB), *Pantoea agglomerans* LP1 was isolated from roots of ryegrass (*Lolium perenne* L.). Studies involving phosphate solubilization in liquid culture and survival of the PSB in non-sterile zeolite, leonardite, peat, rock phosphate, and an organic fertilizer were performed. The PSB was able to dissolve 163 ppm P with a simultaneous fall in pH (from 7.7 to 5.7) in Pikovskaya's medium during ten-day incubation. The number of PSB declined logarithmically in 28 °C incubation regardless of the material used. The rate of decrease in PSB population was less pronounced in zeolite. The PSB's population density increased up to 10^9 cfu g⁻¹, and stayed in the range of 10^8 to 10^9 cfu g⁻¹ in zeolite and rock phosphate after 13-weeks of storage at +4 °C. The contaminant microorganisms also grew in the materials, with population densities ranging between 10^8 to 10^9 cfu g⁻¹ at week-9. Future research should focus on how growth of local microflora can be avoided. Zeolite could be a good material for the introduction of inoculants microorganism, due to its large surface area and porosity, which allow high number of microorganisms to occupy.

Keywords: Rhizobacteria; zeolite; organic fertilizer; bacterial survival.

INTRODUCTION

Possibility of using phosphate solubilizing microorganisms to enhance P-availability in soil led to some studies worldwide (Krishnaraj and Goldstein, 2001; Kumar, 1999). Phosphate solubilizers are expected to dissolve hardly soluble phosphorus (P) in rhizosphere following soil- or seed-inoculation. Phosphorus solubilized in this manner could readily be taken up by plants without being affected from P-solubility decreasing processes such as precipitation and adsorption in bulk soil. Plants, which are inoculated with phosphate solubilizing microbes can accumulate higher amounts of P and dry matter than the uninoculated control plants (Gand and Gaur, 2002; Sundara et al., 2002).

Introduction of a phosphate solubilizing microorganism into a non-sterile carrier material has almost never been experimented. The substances that are used in organic fertilizers usually contain low numbers of microorganisms. However, introduction of inoculants culture to the materials used in organic fertilizers brings about the exhausted carbon sources and moisture for the growth of microbial contaminants in the material. The objective of this study was to test the hypothesis that a rhizospheric phosphate solubilizing bacterium (PSB), *Pantoea agglomerans* LP1 can persist in non-sterile zeolite, leonardite, peat, rock phosphate and organic fertilizer without being affected by the local microflora.

MATERIALS AND METHODS

Root samples of ryegrass (*Lolium perenne* L.) taken from a mountainous area (40°20'N, 36°36'E) in Tokat-Turkey were washed with sterile water to remove soil adhering to the roots. The soil-free roots were cut into 1–2 cm pieces by a sterile lancet. The root pieces were surface sterilized by dipping in 95 % ethanol for 2 min, then 1 % sodium hypochlorite (NaOCl) for 1 min followed by 6 washes in sterile distilled water. They were placed aseptically in plates of tricalcium phosphate (TCP) agar. The cultures were grown at 30 °C for 72 h. Colonies, which rapidly acidified its surrounding, were regarded as phosphate solubilizer. In fact, all colonies in the isolation plate were of the same morphology.

The carrier materials used were 1. zeolite, 2. leonardite, 3. peat, 4. rock phosphate, and 5. organic fertilizer [(%); leonardite, 58.6; urea, 12.6; rock phosphate, 24.0 (29 % P₂O₅); humic substances, vitamins, and enzymes]. An overnight bacterial culture and non-sterile materials were mixed in a sterile bag for 2 min in a stomacher at 250 compressions min⁻¹. The bag was then loosely closed. The control treatments were run only for rock phosphate and organic fertilizer, which received either sterile water or phosphate solubilizing medium with autoclaved cells of the PSB. The initial moisture contents (v/w) were 45 % for zeolite/rock phosphate and 65 % for leonardite/peat/organic fertilizer. Initial population density of the PSB was 10⁹ cfu g⁻¹. Each treatment had three replications. The sample containing bags were placed in an incubator at 28 °C (±1 °C) and a cooler at +4 °C (± 1 °C). They were removed 1, 5, 9, and 13 weeks post the start of the storage for bacterial/fungal counts.

RESULTS AND DISCUSSION

The number of PSB slightly increased at 28 °C, but, it decreased at +4 °C in zeolite, leonardite and rock phosphate within the first week. The numbers of the PSB at 28 °C dropped logarithmically after the first week. The rates of decrease in zeolite were not as pronounced as the rates in the other materials. However, population density of the PSB at +4 °C increased logarithmically after the first week. The increase in the materials lasted up to week-5 in leonardite and week-9 in zeolite and rock phosphate at +4 °C. Numbers of the PSB then dropped to about 5×10⁸ CFU g⁻¹ in zeolite/rock phosphate and to about 10⁸ CFU g⁻¹ in leonardite at the end of the cold storage. Although initial density of the PSB was adjusted to be the standard (10⁹ CFU g⁻¹) for each material, the numbers of PSB in peat and organic fertilizer were initially less than 10⁶ CFU g⁻¹ at week⁻¹. The numbers of the contaminant bacteria and fungi were below the detection limit (10⁶ cfu g⁻¹) before week-5 in peat/rock phosphate and before week-9 in zeolite/leonardite. There is almost no microorganism in the organic fertilizer samples, which were not inoculated (control) by the PSB, regardless of sterile water or medium being added (table). However, there are always contaminant bacteria in the rock phosphate control treatments (table).

Table. The number of microorganisms in the control treatments (dead cells of the PSB), which were stored at 28 °C.

Microorganisms (10 ⁸ CFU g ⁻¹)						
Carrier	Condition	Microbe	(weeks)			
			1	5	9	13
Rock Phosphate	water	bacteria	4.934	0.597	1.002	0.063
		fungi	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
	medium	bacteria	0.933	0.202	2.948	0.386
		fungi	<0.010	<0.702	<0.010	<0.010
Organic Fertilizer	water	bacteria	0.212	<0.010	<0.010	<0.010
		fungi	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
	medium	bacteria	<0.010	<0.010	0.445	<0.010
		fungi	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010

REFERENCES

1. Gaind S., Gaur A.C. (2002). Impact of fly ash and phosphate solubilizing bacteria on soybean productivity. *Biores. Technol.*, 85: 313–315.
2. Krishnaraj P.U., Goldstein A.H. (2001). Cloning of a *Serratia marcescens* DNA fragment that induces quinoprotein glucose dehydrogenase-mediated gluconic acid production in *Escherichia coli* in the presence of stationary phase *Serratia marcescens*. *FEMS Microbiol. Lett.*, 205: 215–220.

3. *Kumar G.N.* (1999). Involvement of phosphate starvation inducible glucose dehydrogenase in soil phosphate solubilization by *Enterobacter asburiae*. FEMS Microbiol. Lett., 171: 223–229.
4. *Sundara B., Natrajan V., Hari K.* (2002). Influence of phosphorus solubilizing bacteria on the changes in soil available phosphorus and sugarcane and sugar yields. Field Crops Res., 77: 43–49.

UDC 631.10

FOOD SAFETY AWARENESS FOR RESTAURANTS AND SCHOOL CANTEENS

Saliha Dinç, Meryem Kara, Fatih Er

Selcuk University, Çumra High Educational College, 42500 Çumra-Konya/ Turkey,
fatiher@selcuk.edu.tr

TRANSFER OF INNOVATION www.saferest.org

The main objective of the project was to inform workers about food safety and hygiene issues to create food safety awareness which is required for European Union and national laws. With face to face trainings and e-learning trainings many workers were informed about food safety and hygiene issues.

PROGRAMME GENERAL OBJECTIVES

Our proposal addressed to «To support participants in training and further training activities in the acquisition and the use of knowledge, skills and qualifications to facilitate personal development, employability and participation in the European labour market (LEO-SpObj-a)» of programme general objectives. In the framework of the project, approximately 1000 people were on-site educated and 750 people were distance educated. The general objectives of the program, which were mentioned above were followed in these trainings, especially the ones which were face to face.

PROGRAMME OPERATIONAL OBJECTIVES

Our proposal addressed to «To facilitate the development of innovative practices in the field of vocational education and training other than at tertiary level, and their transfer, including from one participating country to others» of programme operational objectives. During the trainings, innovative applications in relation to food safety were adopted by the participants, and their claims of the changes in their businesses were considered a positive feature for the purposes of the project.

The project increased professional skills and competencies of the target group by bringing together innovative and diverse knowledge and experience from the participation of different countries. Training materials, visual posters, on-site training and dialogue established made wonder of the people and motivated the target audience. The information provided once again demonstrated the requirement for the restaurant and canteen workers to develop proficiency and the necessity for the enterprises for employing staff equipped with this information. Restaurant and canteen sector understood the importance of integration with the EU and of the vocational education in their own fields. Once again, the importance of food safety especially in restaurants and school canteens, places where the mass consumption occur was realized.

Activities carried out under the project SAFE-REST, passed the geographical boundaries through the partnership established in different countries. SAFE-REST even attracted the attention of non-partner countries and the people reached the project web page via the social media site Facebook. It was performed that participants exchanged ideas with their colleagues in the portion of the forum in training platform. Through the foreign partners, the ideas about the establishment of co-operation with companies from different countries on similar or different top-

ics in the future were established and thus it was understood that geographical dimension can expand further due to the transfer.

Feedback from surveys filled out during the face to face training, one-on-one conversations, and positive comments coming through the facebook, e-mail and messages shows that the strategy we use has been adopted. Also demands of training note request from different provinces and interests of non-governmental organizations, which demand to carry out this project in their own provinces on their target audience, who can not attend our training after the end of the on-site training revealed the importance of strategy that we used in our project. Under the Project SAFE-REST, distinct from SEGURALIMENTARIA project process, not only the material development was performed, but also on-site training was done in major cities in all geographic regions across the country. Establishing one to one dialog with over 1000 people provided not only the transfer of the outputs of our project but also led the extensive use of the results.

PARTNERS:

Selcuk University Cumra Vocational High School-TURKEY (Promoter)

Federacion agroalimentaria de comisiones obreras-SPAIN

Betelgeux, S.L.-SPAIN

Total Management SRL-ROMANIA

Çumra Sugar Factory-TURKEY

Rural Development and Food Safety Association Konya Branch-TURKEY

The Association of Food Technology-TURKEY

The Confederation of Çumra Tradesmen and Craftsmen-TURKEY

Ministry of Agriculture and Rural Affairs General Directorate of Protection and Control-TURKEY

Çumra Chamber of Commerce-TURKEY

Çumra District National Education Directorate-TURKEY

UDC 631.10

WHEAT GROWTH IS DEPENDENT ON THE TYPE OF NITROGEN NUTRITION AND INOCULATION WITH *BACILLUS SP.* #189

Ogut Mehmet

Selcuk University, Çumra High Educational College, 42500 Çumra-Konya/ Turkey,
mogut@selcuk.edu.tr

This study was conducted to evaluate the different effects of nitrogen source and inoculation with *Bacillus sp.* #189 on the chlorophyll content, dry matter accumulation, and root length in wheat plant in microcosms. Ammonium nitrate seems to be the best nitrogen fertilizer in terms of chlorophyll content. There was not a treatment effect in terms of plant dry matter. Bacterial inoculation significantly ($P<0.05$) increased root length compared to non-inoculation in ammonium nitrate treatment. This study showed that ammonium nitrate is the best source of plant available nitrogen when nitrogen fertilization is accompanied with bacterial inoculation of *Bacillus sp.* #189.

Keywords: *Bacillus sp.* #189; phosphate solubilizing bacteria; wheat; maize; cold stress.

INTRODUCTION

Bacillus sp. #189 is a bacterial strain, which significantly increases plant growth and yield in wheat plant, as determined in field conditions (accepted manuscript). The mechanism, by which *Bacillus sp.* #189 increases plant growth is direct phosphorus solubilization in rhizosphere (Öğüt et al., 2011). However, there is not information on the effects of different types of nitrogen source on the effectiveness of the bacterial inoculation with this strain. This study was conducted to evaluate the different effects of nitrogen source and inoculation with *Bacillus sp.* #189 on the chlorophyll content, dry matter accumulation, and root length in wheat plant.

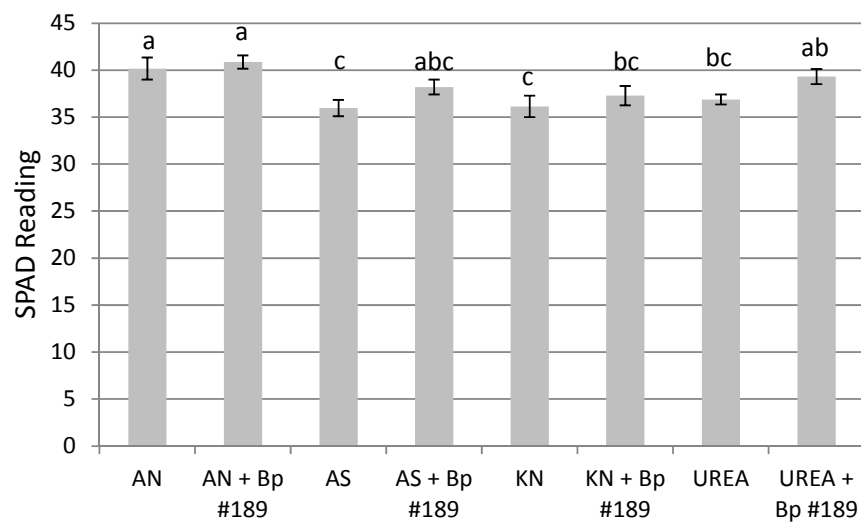


Figure 1. The SPAD-readings in the treatments.
(AN: ammonium nitrate; AS: ammonium sulphate; KN: potassium nitrate;
Bp #189: *Bacillus sp.* #189 inoculation).

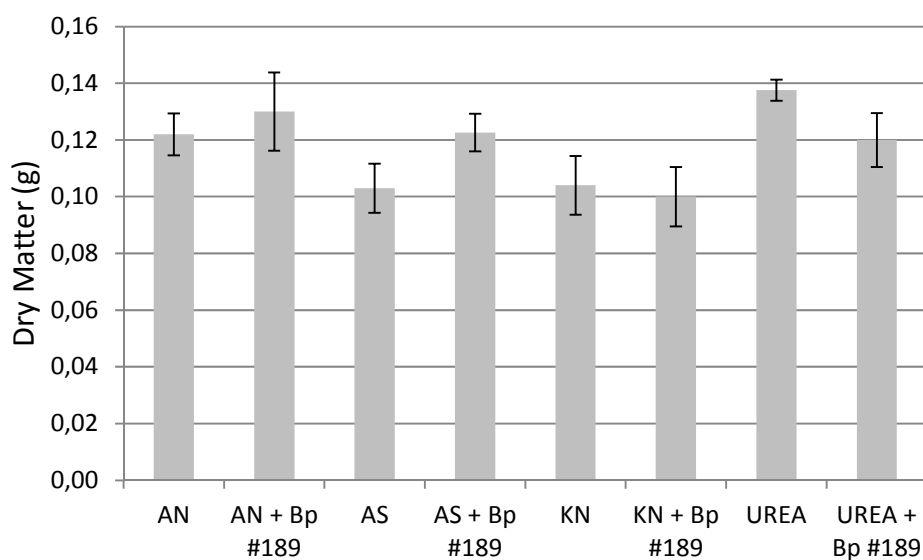


Figure 2. Dry matter content of the treatments.

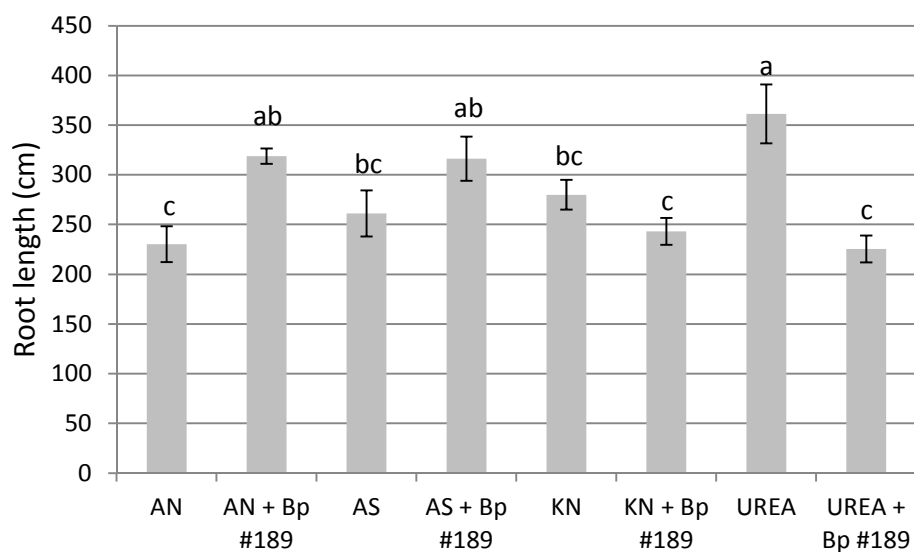


Figure 3. Root length measurements in the treatments.

MATERIALS AND METHODS

The microcosm system employed in the current study was principally the same as the one used by Ström et al. (2002). The height of the microcosm was 300 mm. The diameter of the lower part (250 mm) was 10 mm and that of the upper part (50 mm) was 20 mm. Each microcosm was cut into two identical parts to allow easy sampling of the soil. These two parts were joined together by two rings at the beginning of the experiment. The soil (pH, 7.6; CaCO₃, 11 %; Organic Matter, 1.35 %; Olsen-P, 6 mg kg⁻¹; Sand, 19 %; Silt, 25.5 %; Clay, 55.5 %; DTPA-extractable Fe, 2.8 mg kg⁻¹; Mn, 14 mg kg⁻¹; Zn, 0.87 mg kg⁻¹; Cu, 0.65 mg kg⁻¹) was air dried and sieved to 2 mm before it was filled into the microcosms. The soil moisture content was adjusted to 65 % of the water holding capacity initially and maintained gravimetrically during the growth of seedlings.

An overnight culture of *Bacillus* sp. #189 was harvested in sterile saline solution (0.85 % NaCl) by centrifuging twice at 13000g for 10 min. The bacterial density of each suspension was adjusted to be 107 CFU ml⁻¹. A winter wheat (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare* L. cv Bezostaja) seed was surface sterilized as mentioned above and sown into the soil in microcosm. One ml of either the bacterial suspension or autoclaved cells was dispensed. The fertilizer treatments contained 35 mg N kg⁻¹ per treatment of each ammonium nitrate – NH₄NO₃, ammonium sulphate – (NH₄)₂SO₄, potassium nitrate – KNO₃, and urea. The microcosms were transferred into a growth chamber, which was adjusted to a day/night time regime of 16/8 h with a temperature of 22/18 °C and a daytime light intensity of 200 μmolm⁻²sec⁻¹. The experiment was designed as completely randomized design with 5 replications.

The seedlings were grown for 30 days in the growth chamber. Chlorophyll content of the leaves was measured by chlorophyll meter (SPAD-501). The dry matter of the plants was recorded. The root pieces collected from each plant were submerged into deionized water in a shallow (2 cm) transparent bucket. The roots were well separated from each other and the bucket was scanned. The image was converted into .TIFF format with black and white appearance by the scanner software. The root length measurements were made by Rootedge software.

RESULTS AND DISCUSSION

The SPAD readings of the treatments are given in fig. 1. Ammonium nitrate seems to be the best nitrogen fertilizer in terms of chlorophyll content. However, there is not an inoculation effect. There was not a treatment effect in terms of plant dry matter (fig. 2). Bacterial inoculation significantly (P<0.05) increased root length compared to non-inoculation in ammonium nitrate treatment (fig. 3). However, the bacterial inoculation significantly lowered root length in urea application.

REFERENCES

1. Ögüt, M., F. Er, and G. Neumann. 2011. Increased proton extrusion of wheat roots by inoculation with phosphorus solubilising microorganisms. *Plant and Soil*, Vol. 339(1), pp. 285–297.
2. Ström L, Owen AG, Godbold DL, Jones DL (2002) Organic acid mediated P mobilization in the rhizosphere and uptake by maize roots. *Soil Biology and Biochemistry*, Vol.34(5), pp. 703–710.

MATHEMATICAL MODELING OF SOME ECOLOGICAL PROCESSES

F.D. Mikailsoy

Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture
University of Selcuk, 42075 Kampus-Konya, Turkey; farizm@selcuk.edu.tr

Keywords: modeling, soil, thermo-mass movements

In addition to recent other classical science, to investigate physical and biochemical processes and their interactions, new scientific interest, soil mathematics, has been developed. In previous, mathematics used to apply in soil science for only possibility hypothesis and statistical methods. In present, due to the advances in technology and increase in food demands, some mathematical branches such as numeric analysis, differential equations is inevitable for solving various problems in modern soil science.

In past, although mathematics was only performed for evaluation of empirical data, possibility approaches and applications of statistical procedures in soil science, nowadays mathematical modeling has great interest.

The aim of mathematical modeling in soil science is to determine new developments in soil science advances. Developing mathematical model is not only important for soil science but also very important in investigations of global biosphere processes. Mathematical modeling of soil processes is a new research interest and has started since 1950 due to the advances in modern computer technologies and modeling of complex dynamics systems (system analysis).

Although soil, object of modeling, is a complex system, recently mathematical modeling of soil processes has rapid advances. Present models used in soil science can be divided into three groups. These are; empirical, semi-empirical and theoretical models.

The aim of this research, therefore, is to analyze current mathematical modeling approaches used in processes of different physical (thermal and mass transport) and biochemical (fermentation, adsorption and desorption) within soil and to demonstrate the applications of our developed models.

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
ДЛЯ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И ЭКОЛОГИИ ПОЧВ

И.О. Алябина

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, alyabina@soil.msu.ru

Географические информационные системы (ГИС) за последние десятилетия прочно вошли в научный обиход, стали незаменимым инструментом исследований для самых разных дисциплин. Особую роль ГИС играют в таких науках как почвоведение и экология почв, объекты изучения которых – почвы, почвенный покров, факторы почвообразования – представляют собой пространственно распределенные данные. Технологии ГИС позволяют устанавливать количественные связи между почвой и почвообразователями, что является важнейшей задачей почвоведения.

Геоинформационные системы применяются в почвоведении и, более широко, экологических исследованиях для решения различных задач. В настоящее время можно выделить пять основных направлений использования ГИС в науке о почве.

Первым направлением использования геоинформационных систем является компьютерная инвентаризация почв и почвенного покрова. По сути, само возникновение ГИС на рубеже 50–60-х гг. XX века было связано с необходимостью учета природных и экономических ресурсов. Компьютерная инвентаризация почв и почвенного покрова, дополняющая и существенно расширяющая возможности традиционной инвентаризации, использующая, наряду с другими материалами, данные дистанционного зондирования, предполагает перевод в цифровую форму информации об объектах, в данном случае, о почвах, их свойствах, функциях, характеристиках, географии, использовании, о почвообразующих факторах и т.п. Представление всех этих данных в виде цифровых карт открывает самые широкие возможности для обработки и анализа материала.

Вторым направлением является визуализация информации, касающейся почвенных свойств, почвенных режимов, условий почвообразования и т.п. Такого рода применение геоинформационных систем связано с потребностью сделать доступной, наглядной некоторую совокупность данных, содержащихся на тематических картах значительной информационной емкости. Визуализируемые характеристики могут непосредственно содержаться на современных информативных картах, а также могут быть вторичными, получаемыми или рассчитываемыми на основании первичных данных.

Однако главное, что позволяют ГИС-технологии, – это совместная обработка, расчеты, анализ любых слоев данных. Такие возможности доступны благодаря различным методам ГИС-анализа, который представляет собой третье направление применения компьютерных технологий. Это сопряженный анализ свойств компонентов природных экосистем, географических характеристик, параметров природопользования и т.д., результатом которого являются не только карты показателей, выраженных в абсолютных единицах измерения, но и карты экспертных оценок различных свойств почв или экосистем.

Четвертым направлением, открывающим широкие возможности для исследователей, можно считать использование геоинформационных систем в целях подготовки пространственно распределенных данных для дальнейшей обработки различными методами в других программных продуктах.

Пятое направление применения ГИС – картографическое моделирование, или построение прогнозных пространственных и временных карт почвенного покрова, отдельных почвенных показателей, природных факторов и их свойств. К этому направлению относятся многочисленные публикации в области цифровой почвенной картографии.

В программу обучения на факультете почвоведения Московского университета уже на протяжении ряда лет входят дисциплины, связанные с освоением и использованием географических информационных систем. За эти годы на факультете, наряду с обучением по существовавшему уже направлению «Почвоведение», было начато обучение по направлению «Экология и природопользование». Осуществляется постепенный переход с подготовки специалистов на подготовку бакалавров и магистров. На фоне этих перемен меняется объем и содержание преподаваемых дисциплин.

В настоящее время в образовательную программу входит ряд дисциплин, нацеленных на получение студентами фундаментальных и практических знаний в области применения геоинформационных систем в почвоведении и экологии. В настоящее время в образовательную программу входят дисциплины «Геоинформационные системы» – общий курс для экологов бакалавров 2 курса обучения, спецкурс «Введение в геоинформационные системы и основы ГИС-анализа» для почвоведов кафедры географии почв 4 курса. На кафедре географии почв разработан также курс по выбору «Геоинформационные системы в эколого-почвенных исследованиях» для экологов магистров 1 курса.

В зависимости от курса обучения и специализации студентов ставятся различные задачи: от знакомства с теоретическими основами дисциплины, приобретения практических навыков работы с пространственно-распределенными данными в специализированных программах, до освоения основных алгоритмов ГИС-анализа, изучения методов пространственного анализа и пространственного моделирования, применения ГИС-программ

в научно-исследовательской работе. При этом основной задачей остается демонстрация широчайших возможностей использования геоинформационных систем в почвоведении и экологии.

УДК 631.4

О ПИЩЕВОМ ПРЕДПОЧТЕНИИ ДОЖДЕВЫХ КОМПОСТНЫХ ЧЕРВЕЙ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЕЙ УЗБЕКИСТАНА

Н.А. Аскарходжаев, А.Ю. Рахматуллаев, О.Х. Эргашева, Д.Ю. Махкамова, Б. Сайдалиев
Национальный Университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Ташкент

В последнее время во всем мире резко возрос интерес к вермикультивированию, то есть использованию дождевых компостных червей для производства экологически чистого органического удобрения – вермикомпоста.

Для резко континентального климата Узбекистана необходим подбор таких видов дождевых компостных червей, которые могут сохранять высокую активность жизнедеятельности, питания, репродукции в широком диапазоне температур, высокой минерализации воды, засоления почв, загрязнения химикалиями субстратов и других особенностей местной окружающей среды.

Как свидетельствует практика, кормом для червей могут быть разные органические отходы сельскохозяйственного, промышленного и коммунального происхождения. Оптимально, когда основой любого рациона для дождевых компостных червей был органический перегной, к которому добавляют другие компоненты. Независимо от вида субстрата, которым ферментируется корм должен содержать 20–25 % целлюлозы в виде измельченной соломы, вегетативной массы сельхоз культур, бумаги, картона и других веществ.

Известно, что вкусовые рецепторы, то есть способность различать и распознавать химически обусловленные различия веществ пищи, хорошо развиты у дождевых червей и наряду с чувством осязания служат для них главным источником восприятия внешних экологических факторов. Учитывая всё выше изложенное мы в своем исследовании сочли целесообразным изучить особенности пищевого предпочтения дождевых компостных червей местных диких популяции из разных почвенно-климатических условий региона с целью дальнейшего использования их для вермикультивирования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В экспериментах использовали дождевые компостные черви местной дикой популяции, собранных в природе в Джизакской и Ташкентской областях Республики Узбекистан и идентификация дождевых червей, использованных нами далее для вермикультивирования проведена специалистами зоологами Национального Университета им. М. Улугбека и КарГУ.

Компостные местные популяций червей проявляли выраженную пищевую избирательность. Опыты проводили в дырчатых керамических емкостях 50х50х50 см, заполненных субстратом и разделенных на сектора.

В среднюю свободную часть помещались дождевые черви, на края секторов различные корма, измельченные и увлажнение водой в одинаковой степени. Через сутки или двое черви скапливались у выбранного ими пищевого компонента.

Неоднократные предварительные наблюдения выявили, что дождевые компостные черви местных популяций находясь в субстратах с разнообразным ассортиментом вполне приемлемой пищи способны выбирать из любленных корма. В наших экспериментах с

испытанием пищевого предпочтения среди гниющих листьев такими наиболее «излюбленными» оказались листья плодовых деревьев, из них листья абрикоса, а среди листьев декоративных деревьев листья тала (ивы). Количество червей, концентрирующихся у корма, подсчитывали на следующий день, вычисляли % от величины их скоплений среди плодовых деревьев у листьев абрикоса, принятых за 100 %, а среди декоративных деревьев – у листьев ивы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Дождевые компостные черви наибольшее предпочтение отдают гниющим листьям плодовых деревьев (табл.). В таблицах они расположены в порядке снижения пищевого предпочтения от гниющих листьев абрикоса, далее яблони, вишни, черешни и наименее предпочитаемый лист хурмы, вероятно из-за повышенного количества в них дубильных веществ. Листья декоративных деревьев менее предпочитаемы, однако привлекают дождевых компостных червей как приемлемый корм.

Таблица. Пищевое предпочтение дождевых компостных червей местных популяций

Вид корма – гниющие листья деревьев	Количество червей концентрирующихся у корма в % от величины их скоплений у гниющих листьев
Листья плодовых деревьев	
абрикоса	100
яблони	89.4
вишни	86.7
черешни	85.2
сливы	82.8
груши	81.4
грецкого ореха	80.3
айвы	57.3
хурмы	43.8
Листья декоративных деревьев	
ивы	100
акации	76.7
тополи	74.6
липы	64.8
клёна	57.2
ясени	49.1
дуба	32.3
каштана	29.4
чинары	8.1

Как видно, наиболее предпочитаемыми после листьев тала (ивы) оказались листья акации, тополя а наименее предпочитаемыми листья дуба, каштана, и чинара (платана), по всей видимости из за высокого содержания дубильных и сапонинсодержащих соединений.

Таким образом, проведенные опыты показали, что дождевые компостные черви местных популяции предпочитают гниющие листья плодовых деревьев листьям декоративных деревьев. Гниющие листья разных деревьев выстроены в порядке убывающей склонности к ним дождевых компостных червей.

МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРОШАЕМЫХ
ТИПИЧНЫХ СЕРОЗЕМОВ ТАШКЕНТСКОЙ ОБЛАСТИ

Ш.А. Бегматов, А. Жавлиев, Г.М. Набиева

Национальный Университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека, gulchekra-
nabieva@rambler.ru

Морфология почв – консервативный признак, характеризующий внешние признаки свойств и строения почвенного профиля (мощность и чередование горизонтов, цвет, сложение, плотность, связность, структура, влажность, гранулометрический состав, наличие включений, новообразований, распределение корней, ходы почвенной зоофауны. (Толковый словарь..., 1975).

Известно, что почва представляет собой иерархически построенную природную систему, состоящую из морфологических элементов разного уровня, под которыми понимаются любые естественные внутрипочвенные тела, образования либо включения, с четкими по форме и внешним свойствам – морфологическим признакам. Всякая почва представляет собой систему последовательно сменяющих друг друга по вертикали генетических горизонтов-слоев, на которые дифференцируется исходная материнская горная порода (почвообразующая порода) в процессе почвообразования. Эта вертикальная последовательность горизонтов получила название почвенного профиля (Ковда В.А. и др., 1988).

В пределах территории Центральной Азии сероземы встречаются далеко не повсеместно. Распространение их приурочено к области контакта горных сооружений Тянь-Шаня, Памиро-Алая и Копет-Дага с равнинами Туранской низменности. Развиваясь в среде, испытывающей влияние горной страны, сероземы принадлежат к почвам вертикальной зональности и образуют нижний отдел Туранской почвенно-климатической высотной поясности.

В предгорно-низкогорном поясе типичные сероземы образуют вторую высотную ступень. Они распространяются вслед за сероземами светлыми, занимая высоты от 500–700 м до 800–1000 м. Типичные сероземы наиболее широко распространены на наклонных пролювиальных равнинах, низких предгорных-адырах, а также на склонах низких хребтов и их шлейфах. Основными почвообразующими породами являются отложения лесса, лессовидные суглинки, третичные красноцветные отложения неогена.

Типичные сероземы, в отличие от светлых, формируются в более увлажненных условиях, что создает возможности для более интенсивного развития растительного покрова и, соответственно, для большего накопления органического вещества и активной миграции веществ в почвенном профиле.

Растительный покров представлен также низкотравной полусаванной со значительным преобладанием длительно вегетирующих эфемероидов.

Морфологические свойства типичных сероземов на лессах характеризуются однородной серо-палевой окраской, слабой гумусированностью, высокой пористостью, яркой выраженностью карбонатного горизонта и глубоким залеганием гипсового горизонта.

Пример генетического профиля пахотного варианта типичного серозема на лессах имеет следующее морфологическое строение: горизонт Апх серого цвета, комковато-пылеватой структурой, сухой, среднесуглинистый мощностью 0–27 см; горизонт АВ серый, порошисто-комковатый, среднесуглинистый, сухой, переход постепенный, мощность порядка 27–48 см; Вк – иллювиально-карбонатный горизонт, серовато-палевый, с ходами насекомых, обильными выделениями карбонатов в виде псевдомицелия, мощность порядка 55–112 см; С – материнская порода (лесс).

Из вышеуказанного следует, что для типичного серозема характерна слабая гумусированность, высокая карбонатность с ярко выраженным иллювиально-карбонатным горизонтом, глубокое залегание гипсового горизонта.

Изучение многочисленной литературы по вопросам морфологии почв изучаемого региона, показывает достаточную изученность профилей типичных сероземных почв на лессах (Панков М.А., 1935; Максудов Х.М., 1982). Однако, современных комплексных данных по формированию, строению почв в увязке с вертикальной зональностью и эрозийными процессами, с учетом почвообразующей породы, экспозиции и элемента склона в научной литературе мало.

В результате почвообразовательного процесса морфологические признаки почв являются в значительной степени диагностическими показателями типов почв, подтипов.

Эрозионные процессы накладывают изменения в морфогенезис исследуемых почв. Так, к основным чертам несмытых типичных сероземов относятся малая мощность гумусированных горизонтов, неполное вымывание карбонатов из верхней части профиля, слабо выраженное оглинение и ожелезнение средней части профиля. Высокая остаточность, слабое проявление макроагрегатности и др. Типичный серозем на лессах в отличие от сероземов на третичных отложениях характеризуются заметно дифференцированными генетическими горизонтами с явно выраженными плесневидными карбонатными выделениями 30 см. Мощность гумусированных горизонтов составляет 78 см с явно выраженным серым цветом. Верхняя граница гипсовых выделений указаны на глубине 140 см. В среднесмытых почвах в результате эрозии несколько изменились основные морфологические признаки почв и характеризовались резко укороченными почвенными профилями, поднятыми карбонатными и гипсовыми новообразованиями. За счет намыва на нижних частях склона образовалась намывная почва, где она имеет темную окраску, большее уплотнение генетических горизонтов, утяжеление механического состава почвы, более глубокое увлажнение профиля, большая глубина залегания карбонатного и гипсового горизонтов (табл.).

Таблица. Морфологические показатели типичных сероземов развитых на лессах.

Показатель	Серозем типичный (на лессах)		
	несмытая	средне-смытая	намывная
Характер использования	Орошаемое поле		
Мощность гумусированного горизонта, см (A+B ₁ +B ₂)	78	48	85
Верхняя граница карбонатов, псевдомицелии-карбонатов, см	30	20	33
Верхняя граница гипса, см	140	132	150
Цвет (А пах)	серый	серовато-палевый	темно-серый
Почвообразующая порода	лессы	лессы	лессы

Таким образом, типичный серозем, сформированный на лессах, по морфологическому строению отличается – однородной серо-палевой окраской, среднесуглинистым механическим составом, высокой пористостью и ярко выраженным карбонатным горизонтом.

ПОЧВЫ УДЕЛЬНОГО ПАРКА

Б.В. Бабилов, Л.С. Богданова, М.Б. Субота, В.В. Часовская

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова,
lidun80@mail.ru, subota_m@mail.ru

Объектом исследований являются почвы Удельного парка. Парк в середине XIX века являлся так называемой «лесной дачей», где проходили обучение учащиеся Удельнинского лесного училища. Так было положено начало парку. В настоящее время Удельный парк – это объект ландшафтной архитектуры и культурного наследия.

Почвы парка, сформированного из некогда лесного массива, в основном естественные, образовавшиеся под воздействием природных факторов, но ввиду длительного влияния урбоантропогенного воздействия, в настоящее время почвы сильно нарушены.

Большая часть почв территории парка сформировалась на моренном суглинке, частично на моренной супеси, единично на ленточной глине.

Грунтовые воды, на большей части территории, располагаются в пределах 80–100 см, понижаясь местами до 150 см.

В задачи исследования входило изучение состояния почв, находящихся в условиях интенсивной антропогенной нагрузки при разной степени освоения почв парка.

В данной работе рассмотрены результаты исследований, проведенных на двух участках, в разной степени освоенных для парковых целей.

Методикой исследований предусмотрено изучение морфологических и агрохимических характеристик почв Удельного парка. Изучение морфологических свойств почв парка проводилось методом закладки почвенных разрезов в отдельных участках и куртинах парка. В процессе исследований было заложено и описано 39 почвенных разрезов в разных частях парка и проведены агрохимические исследования по 18 и 23 почвенным образцам. Почвенные разрезы с 1 по 18 заложены в обустроенной части парка, где нет возможности изучения в полном почвенном разрезе, поэтому здесь проведен отбор образцов только верхнего горизонта почвы. Разрезы с 1.1 по 13.39 заложены полностью в отдаленных и малопосещаемых частях парка.

Анализ морфологических характеристик показал, что, несмотря на длительный период существования парка, почти 43 % приходится на естественно ненарушенные почвы. С естественным, природным залеганием горизонтов, с небольшим, мультимусным слоем лесной подстилки, сформированного из опада трав и лиственных деревьев, подверженному быстрому разложению. Большинство скрытоподзолистые, что свидетельствует о затухании подзолообразовательного процесса, ввиду изменения водного режима под влиянием деятельности человека.

Около 20 % почв относятся к категории средне нарушенных и столько же к категории сильно нарушенных, вследствие вытаптывания, уборки опада, подсыпания грунтов.

Ниже приведены примеры описания разрезов ненарушенной почвы – разрез 2.2; сильнонарушенной почвы – разрез 7.7 и слабонарушенной почвы – 8.8.

При исследовании агрохимических показателей (табл.) выявлены четкие различия в содержании гумуса. На сохранившихся мало нарушенных почвах в верхних почвенных горизонтах отмечено малое содержание гумуса. По этому показателю почвы относятся к категории бедных (разрез 2.2, горизонт А), а местами и крайне бедных (разрез 7.7, горизонт U и 10.10, горизонт U).

Почвы же территорий, занятых газонами и декоративными кустарниками, относятся к хорошо обеспеченным гумусом, содержание его составляет в среднем 6–9 %.

Кислотность почв всей территории близка к нейтральной (рН 5–6), поэтому мероприятия по ее регулированию нецелесообразны.

Разрез № 2.2.

Горизонт	Морфологическое описание горизонта
О 0–5 см	Лесной опад, коричневый, среднеразложившийся, травы, листья, переход заметный.
А 5–21 см	Гумусовый, темно-серый зернистый, рыхлый, корни, суглинистый, переход плавный.
Е 21–32 см	Элювиальный, светло-серый, зернистый, рыхлый, корни, суглинистый, переход заметный.
В _{fg} 32–69 см	Иллювиальный, железисто-глеевый, серо-коричневый, плитчатый, плотный, глинистый, заметный переход.
С >69 см	Моренный суглинок.

Уровень почвенно-грунтовых вод – 140 см.

Название почвы: модергумусная, слабоподзолистая, иллювиально-железисто-глеевая, суглинистая на моренном суглинке.

Разрез № 7.7.

Горизонт	Морфологическое описание горизонта
О 0–5 см	Лесной опад, темно-серый, сильноразложившийся, травы, плавный.
U 5–33 см	Урбик, серо-коричневый, комковатый, рыхлый, суглинистый, корни, включения бытового мусора, переход заметный.
А 33–43 см	Гумусовый, черный, зернистый, рыхлый, суглинистый, корни есть, заметный переход.
Е 43–64 см	Элювиальный (подзолистый), палевый, пороховатый, рыхлый, суглинистый, корни, переход плавный.
В 64–98 см	Иллювиальный, светло-коричневый, пороховатый, рыхлый, суглинистый, корни, переход заметный.
С >98 см	Моренный суглинок.

Уровень почвенно-грунтовых вод – более 1.5 метра.

Название почвы: естественная сильнонарушенная слабоурбоподзолистая суглинистая на моренном суглинке.

Разрез № 8.8.

Горизонт	Морфологическое описание горизонта
ОА 0–5 см	Переговой, черный, травы, сильно разложившийся, переход плавный.
U 5–20 см	Урбик, светло-коричневый, слабоурбоподзолистый, суглинистый, корни, бытовой мусор менее 5 %, плавный переход.
А 20–39 см	Гумусовый, коричневый, мелкокомковатый, рыхлый, суглинистый, корни, переход заметный.
Е _g 39–45 см	Элювиальный, черный, пылеватый, рыхлый, корни, суглинистый, переход заметный.
В _g 45–68 см	Иллювиальный, от светло-серого до серого, плотноватый, плотное, переход плавный.
С >68 см	Моренный суглинок

Название почвы: естественная слабонарушенная, слабоурбоподзолистая, иллювиально-глеевая, суглинистая на моренном суглинке.

Отмечается недостаток содержания азота и калия. Поэтому на участках с ненарушенными почвами можно рекомендовать внесение калийных удобрений – в дозе 30–40 кг на гектар и азотных удобрений в дозах 50–60 кг/га.

Таблица. Агрохимические показатели почв Удельного парка.

№ разреза	Индекс горизонта	Мощность горизонта	Содержание гумуса, %	pH H ₂ O	pH KCl	Степень насыщенности основаниями, %	N	P	K
							мг-экв/100 г почвы		
Благоустроенная часть парка									
1.	U	5–20	8.42	6.86	6.30	81.45	1.6	11.8	4.0
4.	U	5–20	6.33	6.98	4.78	25.24	1.6	20.5	4.0
8.	U	5–20	9.83	5.77	4.24	7.63	1.5	5.1	4.0
11.	U	5–20	2.34	6.25	4.26	47.17	1.9	6.5	4.0
13.	U	5–20	8.72	6.19	4.68	88.21	4.02	8.0	4.0
18.	U	5–20	6.31	6.92	5.31	64.65	4.8	4.5	5.0
Слабоизмененная часть парка									
2.2	A	5–21	1.41	6.50	5.95	34.52	0.86	5.8	4.4
7.7	U	5–33	0.04	7.40	5.21	55.9	1.36	9.5	4.4
7.7	A	33–43	32.75	7.13	5.14	77.3	2.38	8.0	4.4
8.8	U	5–20	1.37	7.17	5.28	79.6	1.06	3.5	4.4
8.8	A	20–39	35.41	6.65	4.99	77.7	4.2	7.3	4.4
10.10	U	30–41	0.04	6.84	5.26	82.0	1.36	20.5	4.4
10.10	A	41–45	1.86	7.52	5.20	24.6	1.36	8.0	4.4
11.24	A	5–20	2.09	7.71	4.51	0.1	1.2	8.7	4.4

Разрез 2.2 – ненарушенная почва; 7.7, 10.10 – сильнонарушенная; 8.8, 11.24 – слабонарушенная почва.

В целом же для большей части территории парка желательно повсеместное внесение органических удобрений в виде низинного торфа или торфо-минеральной смеси в количестве 30–40 тонн/га.



Почва мультгумусная среднеподзолистая супесчаная на супеси.



Почва естественная сильнонарушенная слабоурбоподзолистая среднедерновая суглинистая на моренном суглинке.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. Б.В. Бабиковым.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ СРЕДСТВ НА ПОЧВЫ И РАСТЕНИЯ

А.О. Герасимов

Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН
(НИЦЭБ РАН), bakinalg@mail.ru

Почвы и зеленые насаждения являются наиболее уязвимыми компонентами природной среды в городах. В таких мегаполисах как Санкт-Петербург на них воздействует целый комплекс вредных факторов. Это и загазованность воздуха, и вредные насекомые, и уплотнение почв от вытаптывания. В этом ряду одними из самых экологически опасных факторов выступают противогололедные средства (ПГС). Сильнее всего от них страдают почвы и растения транспортных магистралей.

Противогололедные реагенты могут повреждать растительность через почву и через воздух. Попадая в придорожные почвы вместе с тающим снегом, они изменяют их химический состав и нарушают физические характеристики. Это приводит к структурным и функциональным изменениям почвы, и далее – к болезням и гибели растений. Через воздух ПГС попадают непосредственно на растения в форме брызг, пыли и аэрозолей, что вызывает отмирание стеблей и почек молодых побегов, задержку возобновления роста весной, снижение фотосинтетического потенциала.

Степень воздействия ПГС на растения зависит от многих условий. Основные из них: расстояние от проезжей части, время года, продолжительность воздействия, возраст и состояние здоровья растения, текстура почвы и дренаж, количество осадков.

Негативное общественное мнение о ПГС сложилось во многом вследствие вредного воздействия на окружающую среду технической соли. При этом соль широко используется во многих странах мира. Однако в США и Европе ее применяют в дозировке примерно 30 г/м². В России же норма внесения соли достигает порой до 150 г/м², что справедливо объясняется более суровым климатом. Главная проблема в том, что даже эта пугающая доза периодически сильно превышает из-за несовершенства разбрасывающей техники и халатности работников спецслужб. В результате, техническая соль вредит не только растениям, но и всей окружающей среде – транспорту, инженерным сетям, обуви, дорожным покрытиям, домашним животным, почвенной микрофлоре. Несмотря на все эти негативные влияния, техническая соль продолжает оставаться основным ПГС во многих городах.

В то же время сегодня в России широко внедряются новые ПГС. За последнее десятилетие прошли испытания порядка пятидесяти новых реагентов.

По своему химическому составу ПГС можно подразделить на несколько групп. Самая популярная – хлоридная группа, в нее входят реагенты на основе хлоридов кальция, магния и натрия, а также их смеси. Также применяются реагенты ацетатной группы (на основе ацетатов калия и натрия) и формиатной (на основе формиатов калия и натрия). Кроме того, часто в сочетании с противогололедными реагентами применяют фрикционные материалы – песок, мраморную и гранитную крошку.

Для своих исследований мы подбирали применявшиеся в последние годы в Петербурге реагенты различных химических групп, помимо продолжающей оставаться основным средством технической соли (хлорид натрия). Были изучены хлористый кальций (реагент «TOR»), хлористый магний («Бишофит»), смесь хлористых кальция и натрия («Айсмелт»). Ацетатные реагенты представлял «Нордвэй», а формиатные – «Clearway».

Чтобы выявить наименее вредные для природной среды ПГС из перечисленных, мы изучали их воздействие на растения. Опираясь на ТУ, для опытов были выбраны следующие дозы внесения реагентов: 20, 50 и 150 г/м². Исследования проводились в лабораторных и в полевых условиях.

В лаборатории закладывались опыты по биотестированию (воздействие ПГС на проростки семян пшеницы) и по учету биомассы (воздействие ПГС на зеленую массу овсяницы). Было выявлено, что даже минимальные дозы хлоридных реагентов сильно угнетали корни и проростки пшеницы, а также всходы овсяницы. При максимальных же дозах семена вообще не проросли, что свидетельствует об опасной токсичности хлоридных реагентов для растений в городской среде. При этом чуть меньшее негативное воздействие на растения отмечено у хлоридов магния (реагент «Бишофит»). В то же время минимальные дозы ацетатных и формиатных реагентов не только не угнетали проростки пшеницы, но и оказывали стимулирующее действие на них, а слабое угнетение этими реагентами начиналось лишь при максимальной дозе. Биомасса овсяницы также стимулировалась реагентами «Нордвэем» и «Clearway» – показатели даже при максимальном загрязнении этими двумя ПГС сопоставимы с контролем и на порядок лучше, чем у хлоридов.

Чтобы изучить снижение токсичности загрязненной ПГС почвы с течением времени, был заложен полевой опыт. Загрязненные технической солью и реагентами «Айс-мелт», «Бишофит» и «Нордвэй» участки засеивались газонной травосмесью. Осенью с них отбирались пробы почвы. Биотестирование проб достоверных различий в степени токсичности между реагентами не показало – остаточная концентрация большинства ПГС в почве оказалась примерно одинаковой. Даже в образцах с максимальными дозами реагентов результаты тестов соответствовали классификации «малотоксичные».

Таким образом, в естественных условиях по истечении определенного срока действие реагентов на проростки пшеницы становится, в основном, малотоксичным.

В связи с отмеченным резким падением токсичности загрязненных почв был изучен показатель электропроводности, показывающий количество легкорастворимых солей в почве. Сразу после загрязнения ПГС электропроводность почвы, загрязненной хлористым кальцием и хлористым магнием, превышала контрольные отметки примерно в 15–60 раз (в зависимости от дозы). В полевых условиях, по истечении четырех месяцев эти катастрофические цифры снизились до отметки 1.1–1.4 раза. На этом основании можно говорить, что осадки в течение лета и осени в условиях Санкт-Петербурга обычно полностью вымывают хлоридные реагенты из поверхностного слоя почвы.

Итак, использование ПГС на основе хлоридов в условиях водного промывного режима Санкт-Петербурга не является для растений настолько опасным, как можно предположить, опираясь на лабораторные опыты. Однако необходимо учитывать тот факт, что максимальное токсическое действие реагентов на растения приходится на конец весны, сразу по окончании зимнего сезона обработок ПГС. Именно в этот период, период роста, растения наименее устойчивы, что подтверждено результатами различных экспериментов.

В этой связи при расчете безопасных для растений концентраций хлоридных реагентов надо ориентироваться на концентрацию 20 г/м². Это в свою очередь противоречит необходимости использования на улицах высоких доз реагентов, необходимых для расплавления значительных объемов снега и льда. Противоречие разрешимо, если использовать малотоксичные для растений ацетатные и формиатные реагенты. Их можно применять в больших концентрациях, которые эффективнее расплавят снег и лед.

Другая проблема в том, что ацетатные и формиатные реагенты имеют весьма ограниченное использование на магистралях Петербурга, а тенденции рынка ПГС таковы, что широкое применение ацетатов и формиатов на улицах городов малоосуществимо из-за их высокой стоимости. Поэтому основной упор делается на более дешевые хлориды.

В этой реальности наиболее предпочтительными для применения выглядят реагенты на основе хлоридов магния, в частности «Бишофит» (а также «Гринрайд» и «Рок-мелт»). Тем не менее, учитывая то, что ПГС на основе хлоридов несут, при применении в существующих концентрациях, риск для здоровья растений (за исключением самых низких доз), представляется разумным хотя бы частичный переход на ацетатные и формиатные реагенты.

Производителям новых ПГС имеет смысл обратиться к более сложным, многокомпонентным смесям, учитывающим как задачи очищения магистралей от снежно-ледяных заносов, так и сохранение природной среды в здоровом состоянии.

Работа рекомендована д.б.н. Л.Г. Бакиной (НИЦЭБ РАН).

УДК 001.92 [631.4+75.047(571.15)«20»]

ЛАНДШАФТНАЯ ЖИВОПИСЬ И ТЕМА КРЕСТЬЯНСКОГО ТРУДА В ПРОИЗВЕДЕНИЯХ АЛТАЙСКОГО ХУДОЖНИКА Г.Ф. БОРУНОВА

Е.И. Дариус, В.И. Овцинов

Государственный художественный музей Алтайского края,
Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул,
elenadarius@mail.ru; agau-nir@mail.ru

Геннадий Федорович Борунов один из ярких и самобытных художников Алтайского края 1960–2000-х годов. В своих произведениях он мощно и цельно выражал глубинные основы национального самосознания, посвящая их теме земли и труда. Опираясь на традиции русской реалистической школы живописи, усвоенные им в стенах лучших учебных заведений России, и бережно сохраняя их, он достоверно и точно передавал в своих работах природу степного Алтая, рассказывал о труде хлеборобов, возделывающих алтайскую землю.

Г.Ф. Борунов (1928–2008) родился в с. Павловск Алтайского края. В 1949 году окончил Московское театральное художественно-техническое училище, в 1953 – Ленинградское художественное училище им И.Н. Крамского, а в 1959 – Институт живописи, скульптуры и архитектуры им. И.Е. Репина Академии Художеств СССР (мастерскую народного художника СССР Б.В. Иогансона). В том же, 1959 году, он вернулся на Алтай. В 1964 году Борунов был принят в Союз художников СССР (с 1991 г. Всероссийская творческая общественная организация «Союз художников России»). В 1980 году ему было присвоено звание заслуженного художника РСФСР. В 2003 году Г.Ф. Борунов был удостоен звания «Почетный гражданин с. Павловск Алтайского края», а в 2004 году Павловской картинной галерее было присвоено его имя.

«Он родился в павловских степях – как человек, как личность и как художник, – отмечала искусствовед Л.Г. Красноцветова. – Несколько блестящих столичных образований ничего не смогли поделать с его исконно русским крестьянским духом, накрепко привязавшим его к своим истокам. В современной алтайской живописи его творчество определило собой целое направление, обращенное к великой природной ипостаси Алтая – жизни степей» [1].

Живя среди знакомой с детства природы, являясь свидетелем подъема целинных и залежных земель на Алтае, Г.Ф. Борунов создал целую серию произведений, посвященных жизни сельских тружеников. В основе каждой картины лежало непосредственное общение художника с натурой, его стремление изобразить «правду жизни» [2], отсутствие внешней красоты и формальных эффектов.

Художественную и историческую ценность представляют такие работы Борунова, как «Хозяева земли» (1960), «Мои земляки» (1960–1964), «Земля родная» (1967), «Отец» (1959–1969). Это групповые портреты-картины, монументальные по своему замыслу, крупномасштабные в своем исполнении. Персонажами этих картин стали реальные люди: Махар Мамиев и Василий Юдин («Хозяева земли»), Михаил Кольцов, Андрей Бадмаев,

Анатолий Луночкин («Мои земляки»), Леонид Забожанский и его дочь Надя («Отец»), знакомые и близкие друзья живописца.

Сюжет каждой картины был увиден художником в реальной жизни, в каждой из них нашло отражение отношение живописца к изображаемым людям, работающим на селе, уважение к их труду, знание их жизни. Ценным и интересным для исследования являются воспоминания Г.Ф. Борунова, в которых он описывал создание той или иной картины. Например, вот как рассказал художник о возникновении замысла полотна «Земля родная», являющегося одной из ярких и знаковых работ в его творчестве: «Замысел картины возник как нельзя проще. Ехал я как-то на своем «ИЖе» с этюдов. Намотался за день. [...] А было это на землях колхоза им. Тельмана, недалеко от «перевалки» (так называлась маленькая бригада колхоза «Красный боец»). Смотрю, стоят на полосе три трактора ДТ-75. Трактористы на земле сидят, отдыхают. Умаялись за день. Заглушил я мотоцикл и присел рядом передохнуть, поговорить [...] Осеннее солнце к закату шло, бросало последние лучи, и от людей шли по земле длинные косые тени. Уходящий день был одним из тех редких в Сибири теплых осенних дней, которыми природа будто прощается с ушедшим летом. Отдыхали люди, отдыхала земля, отдыхали уставшие за день машины, тихо постукивая на малых оборотах. И вот тут-то бросилось мне в глаза мало приметная деталь: один из трактористов снял свои кирзачи. Сапоги стояли рядом, а парень голыми пятками упирался в землю, давая отдых натруженным за день ногам. По-началу не придавал я этому особого значения, но позже словно озарение какое пришло: вот оно, великое и вечное – человек и земля. Земля, отнимающая у своего пахаря столько сил, но и возвращающая эти силы сторицей.

Понимание этого пришло неожиданно и так прочно, что все остальное было делом техники» [3].

Композиция картины строится по вертикали. Почти всю плоскость холста занимают изображения двух мужских фигур («Один постарше, войну прошел, колодочки накрепко пришиты: одна медаль за оборону Сталинграда, другая – за взятие Берлина, третья – за победу над Германией. А второй – молодой, может сын, отслужил в армии – в солдатских штанах и белой солдатской рубаше» [4]) на фоне вспаханной земли. Высокая линия горизонта, крупноплановость фигур, корпусная живопись с пастозным мазком, все это придает изображению особую весомость и значимость. Внутренней собранности и композиционной устойчивости моделей в полной мере отвечает напряженный красно-коричневый колорит картины, усиливающий идейную значимость произведения: «земля – красная неестественно – и от солнечного заката, и от крови, пролитой в гражданскую войну, в годы раскулачивания и борьбы с врагами народа, в годы Великой Отечественной войны» [4].

Являясь лейтмотивом творчества Г.Ф. Борунова, тема земли и хлеборобского труда была продолжена художником в целом ряде живописных произведений, в которых он создал характерный образ труженика сибирских полей («Хлебороб», «Три поколения», «Отец»), показал накал и тяжесть работы, свойственную страдной поре («Битва за хлеб», «Председатель. Колхозная осень»). Много работал Борунов над жанрово-историческими полотнами, обращаясь к прошлому Алтая. Появлению на селе первого трактора художник посвятил большую многофигурную композицию «Красный трактор». Изображая главных героев картины, он наделил их чертами своих современников, создав портреты-типы, в которых выявил и обрисовал очень разные характеристики каждого. Например, деревенского «чудика» Павла Исаева, босого, с неизменной книгой под мышкой или народного умельца Василия Вельдяпкина, внимательно изучающего новый механизм.

Одно из бесспорных творческих достижений Борунова – пейзажи (ландшафтная живопись). Много работая с натуры, художник, как правило, писал хорошо ему знакомые и родные места – с. Павловск, г. Барнаул и их окрестности («Бабье лето», «Хлеб убран. Дожливый день», «Светлая весна» и др.). Нередко он изображал одно и то же место в разное время года, наблюдая за происходящими изменениями в природе. Выполненные на пленэре работы художника передают непосредственность зрительных впечатлений автора,

аромат натуры. Они отличаются реалистичностью и достоверностью, естественностью и непредвзятостью, точным соотношением изображенного ландшафта с реально существующим местом. При этом пейзажи Борунова отмечены редким по нашим временам артистизмом, наполнены лирическим звучанием. Наряду с документальностью в них нашли отражение мысли и эмоции художника, его раздумья о земле и о ее связи с человеком.

Творчество Г.Ф. Борунова неординарно и самобытно, оно стало значительным явлением в искусстве Алтая и Сибири. В его произведениях остро чувствуются огромный творческий напор, внутреннее напряжение, страстное стремление наиболее ярко и жизненно передать нашу действительность. Энергия и любовь к земле, исходящие от картин художника, способствуют пробуждению в зрителе исторической памяти о взаимосвязи человека с землей, на которой он живет, порождают интерес к ней и неподдельное чувство сыновней заботы, в которой так нуждается сегодня наша общая мать-земля. Все это сообщает работам Борунова ту непреходящую ценность, которая навсегда сохраняется за произведениями подлинного искусства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Красноцветова Л.Г. Геннадий Борунов // Произведения Г.Ф. Борунова в коллекции Государственного художественного музея Алтайского края: каталог-альбом. Барнаул: ОАО «Алтайский Дом печати», 2008. С. 5.
2. Снитко Л.И. Г.Ф. Борунов // Изобразительное искусство Алтая. Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1977. С. 47.
3. Борунов Г.Ф. «Земля родная» // Алтай. 1999. № 1. С. 117–118.
4. Борунов Г.Ф. Земля, где я родился. Барнаул: ОАО «Алтайский Дом печати». С. 71.

УДК 631.4(091):069

СТАНОВЛЕНИЕ КАФЕДРЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ НА УРАЛЕ

Г.И. Жаворонкова

ФГБОУ ВПО Пермская государственная сельскохозяйственная академия,

sv-gricenکو@mail.ru, mensis2006@yandex.ru

В громаднейшей Пермской губернии 01.10.1916 г. было открыто Пермское отделение Петроградского университета. С 1917 г. это уже Пермский университет, 11-й в России. В 1918 г. из физико-математического факультета выделяется самостоятельный сельскохозяйственный и лесной факультет, с 1922 г. получивший название агрономического. Преподавательские кадры специальных дисциплин стали работать в основном с 1923 г. С 01.07.1930 г. факультет становится Уральским сельскохозяйственным институтом (Пермским). Музей, основанный в 1978 году, с 2003 года стал занимать меньшую площадь. Для полноценного представления материалов по истории кафедры почвоведения используются разные методы. Для проведения экскурсий по истории почвоведения для студентов очной и заочной форм обучения постоянная экспозиция музея дополняется материалами по истории кафедры почвоведения, часть из них показана в экспозициях (3, 4, 5, 6). Другой формой работы является передвижная выставка с проведением виртуальной экскурсии (показ презентации). Экспозиции создавались Г.И. Жаворонковой с использованием редкого фонда научной библиотеки и на основании проведенных ею исследований по научному наследию профессоров В.В. Никитина, Г.А. Маландина, Н.Я. Коротаева (охватываемый период – 1924–1974 гг.). Материалы по В.В. Никитину были представлены в экспозиции музея впервые в 2010 г.

Экспозиция 1. Экспозиция музея начинается с рассказа о работе земства и губернских агрономов. Первые губернские агрономы с высшим сельскохозяйственным образованием (Петровская СХА – Московская СХА – ТСХА – РГАУ имени А. Тимирязева) В.А. Владимирский и В.Н. Варгин (1899–1913).

В.Н. Варгин (маленькая фотография), ставший преемником В.А. Владимирского, преобразовал всю агрономическую службу, добился значительного расширения агрономических штатов, создал сеть опытных учреждений Урала (1913 г.)). Он – автор проекта Романовской с.х. и лесной академии (1914 г.); преподаватель, профессор созданной им кафедры организации с.х. предприятий на агрофаке (с 1920 г.). В многогранной творческой и производственной работе уделял внимание почвоведению. При нем в 1909 г. Р. Ризположенским было осуществлено первое достаточно полное почвенное обследование губернии (книга у фотографий).

Экспозиции 2, 3, 4 посвящены первому профессору почвоведения и создателю школы почвоведения на Урале Василию Васильевичу Никитину, начавшему свою деятельность в Перми с 1924 г.

Экспозиция 3. В.В. Никитин создал кафедру почвоведения, при нем оформился в полном объеме почвенный музей, сейчас носящий его имя. Он был деканом агрофака с 1924 по 1926 гг., опирался в своей работе по укреплению факультета на студенческий актив, совет факультета (2 фотографии сверху). На фотографии выпуска 1926 г. представлен профессорско-преподавательский состав (В.В. Никитин) и студенты, участники первых почвенных экспедиций (Н.Я. Коротаев, П.В. Лысенин, А.И. Оборин и др.). Под руководством В.В. Никитина впервые обследовано 12 млн. га в Зауралье и север Пермской области. Диск (CD-Rom) в краткой форме дает информацию о первых преподавателях агрономического факультета, представленных на общей фотографии. Книги по истории вуза содержат информацию о В.В. Никитине. Полная биография впервые представлена в сборнике «Время, события, люди» (2009 г.). CD-Rom «Василий Васильевич Никитин» содержит рассказ о жизни и деятельности ученого, использованы материалы семейного архива Никитиных-Чирковых.

Экспозиция 4. В 1930 г. агрономический факультет становится Уральским СХИ. Кафедрой почвоведения проводятся масштабные почвенные обследования под руководством В.В. Никитина и его ближайшего помощника доцента Георгия Александровича Маландина. Библиотека из менее скомплектованной в университете стала соответствовать учебному заведению (УСХИ). Так, фонд библиотеки пополнился 200-ми экземплярами специальной научной литературы из личной библиотеки В.В. Никитина. Среди них книги, подаренные профессору – Н.А. Димо, К.К. Гедройцем, А.Ф. Тюлиным, С.И. Тюремовым, И.В. Лариным.

Экспозиция 5. Пермская губерния, преобразованная в Пермскую область в 1924 г., включала территории Приуралья и Зауралья, значительные лесные массивы и труднодоступные северные территории. В 1929 г. В.В. Никитиным и Г.А. Маландиным впервые осуществлена северная экспедиция (Пермская область).

Борис Петрович Хорошавин (преподаватель кафедры) и Г.А. Маландин, ставший преемником В.В. Никитина с 1930 г., занимались вопросами методики, известкования почв, солонцами. Представлены работы по Пермской области. Г.А. Маландин обобщил результаты почвенных обследований, которые были опубликованы в трудах АН СССР «Почвы СССР», т. 2 (1939 г.).

Экспозиция 6. Продолжателем дела создания школы почвоведения становится профессор, доктор с.х. наук Н.Я. Коротаев, заведовавший кафедрой с 1936 по 1974 гг. Выпускник 1926 г., он прошел школу В.В. Никитина, работая вместе с Г.А. Маландиным и Б.П. Хорошавиным. С конца 20-х годов руководил почвенными обследованиями Пермской области. Им создана карта Пермской области, карты районов и хозяйств. Эта деятельность стала постоянной работой для сотрудников кафедры.

Экспозиция 7. По результатам многолетних исследований Н.Я. Коротаевым создан труд «Почвы Пермской области» (1962 г.), который до сих пор пользуется спросом, как у студентов, так и у преподавателей.

Кафедра почвоведения и сегодня продолжает исследования, определившиеся при В.В. Никитине – Н.Я. Коротаеве. На этой кафедре бережно относятся к истории науки вуза. Вопросами деятельности ученых кафедры занимаются заведующий кафедрой А.А. Васильев, преподаватель И.А. Самофалова. Музейные экспозиции в этом ключе ежегодно используются в учебном процессе. Культурно-информационный центр, в состав которого входит Музей истории академии (с 1995 года) продолжает свою исследовательскую работу и использует ее в учебном процессе совместно с кафедрой почвоведения.

Работа рекомендована к.филос.н. С.В. Гриценко.

УДК 631.4

СОЗДАНИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ, КАК СРЕДСТВА СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ПОЧВОВЕДЕНИИ

Г.Ш. Мамедов

Государственный Комитет по Земле и Картографии Азербайджанской Республики;
Отделение Аграрных Наук НАНА, nushana_kasimova@yahoo.com

В условиях модернизации методик принятия решений, основывающихся на применении современных информационно-коммуникационных технологий все возрастающая роль отводится геопространственным данным. Отказ от учета пространственной составляющей при принятии управленческих решений на сегодняшний день является непозволительной роскошью. Таким образом, неумолимо растут объемы накапливаемых, обрабатываемых и используемых пространственных данных. Это в свою очередь, в совокупности с разнообразием форматов, систем координат и технологий затрудняют, а иногда и вовсе препятствуют процессам обмена информацией. Для решения соответствующих проблем используется апробированное средство – а именно создание Национальной Инфраструктуры Пространственных Данных (ИПД). На сегодняшний день в более чем 120-ти странах мира завершены и находятся на стадии завершения соответствующие процессы.

Вышесказанное подтверждает необходимость создания Инфраструктуры Пространственных Данных Азербайджанской Республики. С методологической стороны особенно важным является правильное осмысление понятия ИПД. Родоначальниками теоретических основ создания ИПД по праву считаются США. В указе № 12906 от 13.04.94 г по созданию ИПД последняя определяется как «Совокупность технологий, политики, стандартов и человеческих ресурсов, необходимых для сбора, обработки, накопления, хранения, распределения и улучшенного использования пространственных данных».

Известно в ЕС существует специальная Директива INSPIRE по созданию ИПД. Согласно этой Директиве «ИПД – это метаданные, наборы пространственных данных и сервисы для их обработки, сетевые сервисы и технологии, соглашения о доступе, обмене и использовании информации, механизмы координации и мониторинга, процессы и процедуры описанные, реализованные и доступные в рамках настоящей Директивы». А Инфраструктура пространственных данных Российской Федерации законодательно определяется как территориально распределенная система сбора, обработки, хранения и предоставления потребителям пространственных данных.

Таким образом, ИПД для институциональных целей предпочтительно представить как совокупность стандартов, системы и принципов. Именно такой подход обусловил деятельность Государственного Комитета по Земле и Картографии Азербайджанской Республики (ГКЗК) в сфере мероприятий по созданию ИПД.

ГКЗК совместно с Государственным Комитетом по Стандартизации, Метрологии и Патентам учредил Технический Комитет по Стандартизации в сфере «Оценки земель и географической информации/Геоматике» (ТК11). Принимая во внимание значимую роль метаданных в процессах создания, сбора, накопления, обработки и распространения пространственных данных различного характера ТК11 приступил к локализации и адаптации соответствующих стандартов по метаданным.

На стадии запуска находится Геопортал, используемый для доступа к географической информации и географическим сервисам. В проект государственной программы по развитию портала «Электронного правительства» Азербайджанской Республики предложено внести пункт под названием «Создание электронной картографической основы для Инфраструктуры пространственных данных Азербайджанской Республики». В рамках Концепции Развития «Азербайджан 2020: Взгляд в будущее» разработан и находится на стадии утверждения план мероприятий по созданию ИПД.

Особняком стоят работы по реформированию так называемых фондов геопро пространственных данных. Наиболее существенными среди них являются Государственный Фонд Земельного Кадастра и Государственный Картографо-геодезический Фонд находящиеся на ведении ГКЗК.

Вместе с оцифровыванием, геореференцированием и геокодированием, разрабатываются и применяются принципиально новые методики и алгоритмы ведения баз метаданных.

Подготовлен и представлен в Правительство проект Постановление «О создании Координационного Совета по Инфраструктуре Пространственных данных Азербайджанской Республики». Не секрет, что большинство удачных примеров реализации ИПД различных стран так или иначе опирались на деятельность межведомственных структур с широкими полномочиями.

Надеемся, что все представленные институциональные реформы окажутся плодотворными и будут способствовать скорейшему созданию ИПД нашей страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Серебряков С.В., Баженова Ю.Д.* Новый подход к организации и хранению пространственных данных // Геодезия и картография. – 2008. – №7. – С.52-55.
2. *Плешков В.Г., Ребрий А.В., Степанова Я.В.* «Инфраструктура пространственных данных – архитектура, ориентированная на сервисы». // Геодезия и картография. 2005. № 5.
3. *Осокин С.А.* Задачи и методика создания локальных инфраструктур пространственных данных. // Геодезия и картография. М.: 2009. № 2. С.28-32.

П.В. ОТОЦКИЙ – ОСНОВАТЕЛЬ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПОЧВЕННОГО МУЗЕЯ

им. В.В. ДОКУЧАЕВА

Н.Н. Матинян

Санкт-Петербургский университет, natalym101136@yandex.ru

Павел Владимирович Отоцкий – близкий ученик из когорты учеников В.В. Докучаева. Еще будучи студентом 2-го курса естественного отделения физико-математического факультета Санкт-Петербургского университета, он привлек внимание В.В. Докучаева своим трудолюбием и упорством и был приглашен участвовать в полевых

исследованиях имения князя Воронцова в Воронежской губернии. Здесь, рядом с Шиповым лесом, В.В. Докучаев проводил с группой учеников (Танфильевым, Георгиевским) почвенно-геологические, геоботанические и гидрологические исследования. П.В. Отоцкому было поручено изучение грунтовых вод, что повлияло в дальнейшем на его научные интересы. В качестве гидролога он участвовал в экспедиции в Полтавской губернии и в Особой экспедиции лесного департамента, которыми руководил В.В. Докучаев.

В 1892 г. П.В. Отоцкий окончил университет и был назначен консерватором и хранителем минералогического кабинета при университете. Он активно участвует в работе Вольного экономического общества (ВЭО). Его избирают секретарем Почвенной комиссии ВЭО.

Учитель П.В. Отоцкого мечтал о создании специального научного журнала о почвенной науке. Создание и выпуск первого отечественного и международного научного журнала «Почвоведение» связано с именем П.В. Отоцкого, который редактировал его на протяжении 20 лет, не имея никакой материальной компенсации.

В своих экспедициях В.В. Докучаев всегда собирал образцы почв, пород, и его доклады на собраниях Вольного экономического общества сопровождались демонстрацией собранных материалов. Он неоднократно поднимал вопрос об основании в Петербурге почвенного музея с химико-агрономической лабораторией. В 1890 г. на собрании ВЭО было принято постановление об организации музея при самом обществе с ассигнованием на это 1000 руб. Однако в связи с рядом непредвиденных обстоятельств В.В. Докучаеву не удалось приступить к осуществлению этого мероприятия. Но В.В. Докучаев продолжает привлекать внимание к почвенной науке, участвуя в показе почвенных коллекций на различных выставках в России и за рубежом. П.В. Отоцкий и другие докучаевские ученики помогали учителю в подготовке экспозиций почв к выставкам.

Уже будучи тяжело больным, В.В. Докучаев передает П.В. Отоцкому, собранные им коллекции почв и пород, фотографии, карты, хранившиеся в минералогическом кабинете и в подвалах университета. Он верил в организационный талант П.В. Отоцкого, в его способности сохранить почвенные коллекции и использовать их при создании музея.

В 1902 г. П.В. Отоцкий предложил оставить в Минералогическом кабинете университета докучаевскую коллекцию почв и создать на его основе музей. Его предложение было принято Советом университета. Однако П.В. Отоцкий опасался, что музей может стать только базой для учебной работы, в то время как В.В. Докучаев хотел, чтобы музей был научно-исследовательским учреждением, организовывал бы экспедиции, вел почвенные исследования.

Вопрос о создании музея вновь был поставлен перед ВЭО.

4 апреля 1902 г. П.В. Отоцкий выступил перед общим собранием ВЭО с предложением о создании при Почвенной Комиссии ВЭО почвенного музея. ВЭО приняло предложение единодушно и выделило для музея помещение в доме ВЭО: 3000 руб. на его перестройку и 2000 руб. на обустройство коллекций (Шокальская, 1957).

Так, в 1902 г. был утвержден Центральный Педологический (почвенный) музей им. В.В. Докучаева.

В 1902–1903 гг. была проведена систематизация всех почвенных монолитов и образцов из коллекции В.В. Докучаева, а также огромный фонд рукописных материалов и фотографий, изготовлены стенды. Чуть позднее, при музее была создана библиотека, в основании которой легли книги В.В. Докучаева – 15 наименований, принесенных в дар его племянницей А.И. Воробьевой. (Шокальская, 1957)

В 1904 г. Почвенный музей был открыт для всех желающих. П.В. Отоцкий стал его первым заведующим (директором) и проработал в музее (безвозмездно) с 1902 по 1912 гг. За годы его деятельности Почвенная комиссия ВЭО превратилась в научное учреждение, имеющее свой музей с химической лабораторией, библиотеку и научный журнал по почвоведению. На юбилейном 100-м заседании Почвенной комиссии ВЭО А.С. Фамицин от-

метил, что создание журнала «Почвоведение» и организация музея «обязаны своим возникновением и усиленным развитием железной энергии П.В. Отоцкого».

П.В. Отоцкий воплотил в жизнь многие идеи своего учителя В.В. Докучаева. Он был талантливым организатором, его обширная переписка с почвоведом, регулярное издание журнала «Почвоведение» и ряда других журналов («Известия Докучаевского почвенного комитета», «Гидрологический вестник») сыграли большую роль в формировании основных направлений развития почвоведения, как науки, а также в объединении почвоведов, работавших в различных регионах страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шокальская З.Ю. Краткий очерк возникновения и развития Музея почвоведения // Сб. Работ Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева, вып.1, 1957, с. 5–14.

УДК 502.521+630*521.4 (470.22)

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ ТЕХНОГЕННЫХ ЗОН УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

М.В. Медведева

Институт леса КарНЦ РАН, г. Петрозаводск, mariamed@mail.ru

Одним из значимых по масштабам и силе проявления антропогенного воздействия на экосистемы является железнодорожный транспорт. Последствия нарушения природной среды хорошо известны и описаны в различных научных публикациях (Казанцев и др., 2007). Однако если оценке состояния гидро- и атмосферы уделяется достаточно большое внимание, то работ в области изучения изменения свойств почв сравнительно немного. Особенно мало работ посвящено исследованию почв северных территорий, микробиота которых работает на пределе своих функциональных возможностей и, следовательно, способность этих почв к реабилитации достаточно низкая. Согласно классификации М.А. Глазовской почвы Карелии по потенциальной самоочищающей способности отнесены к категории со средней способностью к самоочищению (Глазовская, 1988). Это еще раз доказывает необходимость исследования в данной области.

В настоящий момент все больший интерес имеет определение состояния почв, находящихся в условиях сложного антропогенного пресса, а именно, расположенных в условиях урбанизации и испытывающих влияние железной дороги. Это вызвано тем, что по сравнению с природными, условия города резко изменяют направленность почвообразовательного процесса, а, следовательно, нарушают экологические функции почв в геотехсистеме (Воробейчик, 1994; Костенков, Пуртова, 2010). В связи с этим представляло интерес изучить состояние городских почв, подверженных влиянию железнодорожного транспорта.

Объектами исследования явились микробоценозы почв, расположенные на расстоянии 40, 80, 120 и 160 м от железнодорожного полотна. Для описания микробиологических свойств почв использовали основные санитарно-гигиенические показатели их качества (ГОСТ 17.4.4.02-84 и др.), а также интегральные показатели биологической активности (Методы..., 1996).

Как известно, микроорганизмы являются индикатором состояния почв, поэтому широко используются для их биодиагностики (Федорец, Медведева, 2005). Исследование состояния почв, находящихся в зоне действия железнодорожного транспорта, позволило выявить количественные показатели изменения свойств почв и микробиоты. На основе полученных данных выделили зону наибольшего антропогенного воздействия, которая находится на расстоянии 40 м от железной дороги.

Основным фактором, оказывающим влияние на почвенную микробиоту, является поступление аэрополлютантов. Результаты микробиологического анализа показали, что на участке, расположенном от дороги на расстоянии 40 м, численность бактерий, утилизирующих минеральные и органические соединения азота, максимальная. Также отмечена высокая численность бактерий-олигонитрофилов. Количественные изменения в блоке прокариот почв, расположенных на расстоянии 40 м от железной дороги, оказали влияние на структуру миксоценоза. Выявили возрастание микроскопических грибов в почвах, по мере приближения к железнодорожному полотну.

Проведенные исследования показали, что, несмотря на высокую численность микроорганизмов исследуемых эколого-трофических групп, в почвах, подвергающихся наибольшему антропогенному воздействию, их количество уступает численности в почвах ненарушенных лесных экосистем. Это косвенно свидетельствует о том, что в условиях урбанизации и воздействия железнодорожного транспорта процесс восстановления экосистемы после рубки древостоя происходит замедленно.

Результаты комплексных исследований можно рекомендовать использовать при проведении мониторинговых исследований почв железнодорожной инфраструктуры Карелии. Полученные данные можно использовать для обоснования необходимости устройства лесозащитных полос вдоль железнодорожного полотна. Особенно это важно в условиях таежной зоны, емкость природной среды которой, как известно, низкая.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф., Фарафонов М.Г. Экологическое нормирование техногенных загрязнений экосистем (локальный уровень). Екатеринбург: Наука, 1994. 280.
2. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. М.: Высшая школа, 1988. 328 с.
3. ГОСТ 17.4.1.02-83. «Охрана природы. Почвы» Госстандарт, М., 1983 г.
4. ГОСТ 17.4.4.02-84. «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа», М., 1983 г.
5. Казанцев И.В., Зарубин Ю.П., Пурыгин П.П. Влияние подвижного состава на содержание тяжелых металлов в почвах и растениях полосы отвода железных дорог //Вестник СамГУ. Естественнонаучная серия. 2007. №2. С. 172–175.
6. Методы почвенной микробиологии и биохимии (под ред. Д.Г.Звягинцева). М.: МГУ, 1996. 276 с.
7. Федорец Н.Г., Медведева М.В. Эколого-микробиологическая оценка состояния почв города Петрозаводска. П.: Карельский научный центр РАН, 2005. 96 с.

УДК 574.5:631.4

ОПЫТ ПОПУЛЯРИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И ВОДНОЙ ЭКОЛОГИИ

О.Г. Никитина, Е.Д. Никитин

Музей земледования МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия. z1110166@mail.ru

Взаимодействие почвоведения и экологии аквасистем биосферы представляет несомненный интерес. В.И. Вернадский подчеркивал единство вод земного шара и обращал внимание на выдающуюся гидрологическую роль почвы [1].

Однако до сих пор уделяется явно недостаточное внимание взаимосвязям почвоведения с дисциплинами, изучающими функционирование и динамику аквасистем, в том числе природно-антропогенных [3]. Настоящее сообщение призвано привлечь внимание к перспективности усиления контактов почвоведения и водной экологии.

Процесс биотического очищения водной среды в справочниках определяется как «последовательная смена состояний водной среды во времени». Это справедливо для традиционного, качественного направления, и оно всегда останется актуальным. Но оно лишь констатирует факт нарушения, не предлагая активного восстановительного вмешательства. Мы предлагаем дополнить качественное направление принципиально новым направлением – процессуальным, помогающим контролировать то, что происходит между замерами состояний, оценить, нормально ли протекает процесс формирования качества, или он нарушен? По какой причине нарушен? Что следует предпринять, чтобы не допустить снижения качества водной среды?

Нами разработана и на протяжении многих лет совершенствуется система контроля и регулирования биотического очищения различных водных сред, включая почвенную влагу. Мы назвали эту новую систему биоэстимацией (от лат. *aestimatio* – оценка, суждение); восстановительные рекомендации входят в неё как составная часть. Наша система является по существу эколого-динамической, поскольку мы отошли от дискретного процесса контроля смены состояний водной среды, и акцентируем внимание на непрерывном процессе формирования качества, то есть конкретных ее состояний. Этот непрерывный процесс представляет собой, в первую очередь, жизнедеятельность органотрофных бактерий, осуществляющих, как известно основную часть всех биохимических превращений на планете Земля, а активны они именно в водной среде, в том числе и в почвенной влаге [4].

Считающиеся основными такие факторы, как температура, количество растворенного кислорода, pH на практике оптимизируются в микроразонах самими бактериями, как это убедительно показал Д.Г. Звягинцев [2]. Многолетние наблюдения привели нас к выводу, что основными факторами воздействия на процесс биотического очищения водной среды являются три группы: I – динамическое обеспечение (проточность, общее перемешивание и промешивание воды в микроразонах); II – нагрузка на бактерий (по трудно и по легко окисляемым веществам); III – нарушающее воздействие промышленных стоков (сахаров, токсикантов, спиртов, нефтепродуктов). Каждому из наиболее значимых факторов нами подобраны показательные группы организмов – биоэстиматоров, обитателей любой водной среды, которые всплывкой численности сигнализируют о воздействии соответствующих факторов. Мы назвали показательные организмы процесса формирования качества биоэстиматорами, чтобы не путать их с биоиндикаторами, отображающими состояние водной среды, то есть биоэстиматоры и биоиндикаторы – показательные организмы в разных системах контроля водной среды. Биоэстимация не подменяет, а дополняет биоиндикацию и делает более эффективным и действенным контроль биотического очищения водной среды [4].

В.И. Вернадский [1] в понятие гидросферы включал и почвенную влагу, и жидкости живого вещества. Обратим внимание на то, что для контроля такого очевидного вида водной среды, как почвенная влага, использование биоэстимации, особенно актуально, так как она позволяет получить ответы на такие вопросы, на которые ранее весьма трудно было получить ответы: нормально протекает процесс трансформации органического вещества в данном участке почвы, или он нарушен? По какой причине нарушен? Что предпринять для восстановления нормального самоочищения почвенной влаги? Биоэстимация помогает и выровнять микроусловия на делянках при проведении агрохимических опытов и, что крайне важно, установить источник антропогенного загрязнения почв. Кроме того, биоэстимационное ранжирование по степени нарушения процесса самоочищения почв позволяет расставить приоритеты при рекультивации земель.

Если в очистке сточных вод биоэстимация используется с 80-х годов, а для контроля и регулирования процесса самоочищения воды в различных водных объектах с 90-х годов прошлого столетия, то для почвенных объектов опыт биоэстимации насчитывает менее 10 лет и ограничивается Московской областью. Мешает более широкому внедрению этого актуального направления отсутствие его популяризации и организации в вузах спецкурсов, на которых это направление исследований бы преподавалось, хотя желающих ос-

ваивать это новое научное направление довольно много, так как оно открывает целый пласт новых сведений о привычных изучаемых объектах.

Мы создали и опубликовали хорошо иллюстрированную монографию, которая может использоваться как учебное пособие по новому спецкурсу: «Биотехнология биотического очищения водных сред». Отдельная глава монографии посвящена подходам к созданию этого нового спецкурса, приводятся программы теоретических и практических занятий для студентов и слушателей курсов повышения квалификации гидробиологов и биологов почв [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вернадский В.И.* Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1987. – 339.
2. *Звягинцев Д.Г.* Строение и функционирование комплекса почвенных микроорганизмов / Структурно-функциональная роль почв и почвенной биоты в биосфере. М.: Наука, 2003. с. 79–105.
3. *Никитин Е.Д.* Функционально-динамическое почвоведение и землеведение. М.: МАКС Пресс, МГУ им. М.В. Ломоносова, 2013. – 575 с.
4. *Никитина О.Г.* Биоэстимация: контроль процесса биологической очистки и самоочищения воды. М.: МАКС Пресс, МГУ им. М.В. Ломоносова, 2010. – 287 с.

УДК 631.4+502.4

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ – ОСНОВА ЗАПОВЕДНЫХ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ (СПРАВОЧНО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИЗДАНИЕ «ПОЧВЫ ЗАПОВЕДНИКОВ И НАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРКОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»)

О.В. Чернова¹, А.А. Присяжная²

¹Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва,
ovcher@mail.ru

²Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Пущино, alla_pris@rambler.ru

В настоящее время в условиях усиливающегося антропогенного воздействия основной базой сохранения природных экосистем и поддержания жизнеспособных популяций видов растений и животных являются особо охраняемые природные территории (ООПТ).

Инвентаризация разнообразия животных и растений, представленных на охраняемых природных территориях, ведётся постоянно и, с большей или меньшей регулярностью, отражается в печатных изданиях. В природоохранной практике поддержание исторически сложившихся круговоротов вещества и энергии в биосфере, сохранение природного разнообразия экосистем и генетического разнообразия организмов традиционно не связываются с сохранением разнообразия естественных почв. Почвенный покров часто рассматривается лишь как пространственный базис для размещения биомов, а не как неотъемлемый компонент экосистем.

Однако почвы представляют собой основную среду обитания генетически разнообразных видов растений, животных и микроорганизмов. Почва наглядно отражает физико-географическую и биоклиматическую обстановку и историю развития территории. Крупные классификационные выделы природных почв часто соответствуют определенным биогеоценозам. На разнообразие биоценозов, помимо общебиосферных закономерностей распределения живой природы (зональных и провинциальных), значительно влияют геоморфологические и геологические составляющие, такие как рельеф местности, уровень и

состав грунтовых вод, химические и физические свойства почвообразующих пород. В большинстве случаев геоморфологические и геологические факторы влияют на состав и особенности функционирования биоценоза через почву, которая является звеном, связывающим воедино геосферные и биосферные составляющие единого круговорота вещества и энергии в биосфере. Поскольку эколого-географическое разнообразие растительного и животного мира в большой мере связано с разнообразием почвенных условий, достаточная репрезентативность природных экосистем в пределах особо охраняемых природных территорий возможна только при соответствующей репрезентативности естественных почв. С проблемой сохранения биоразнообразия на Земле теснейшим образом связана задача сохранения разнообразия естественных почв, в том числе редких и исчезающих.

В 2012 г. вышло из печати справочно-аналитическое издание «Почвы заповедников и национальных парков Российской Федерации» (гл. ред. Г.В. Добровольский; отв. ред.: О.В.Чернова, В.В.Снакин, Е.В.Достовалова, А.А. Присяжная. М.: Фонд «Инфосфера» – НИА-Природа). Справочник, содержащий систематизированные материалы, характеризующие факторы почвообразования и почвы охраняемых природных территорий, создан впервые в нашей стране (и в мире). Это фундаментальное и, вместе с тем, популярное издание выполняет задачу привлечения внимания общества к проблеме сохранения и рационального использования почв как одного из главных естественных богатств страны.

Издание подготовлено Научным советом по почвоведению РАН при участии высококвалифицированных специалистов из различных научных организаций, ВУЗов и заповедников страны (177 авторов). В нем приводятся систематизированные исследовательские материалы, характеризующие факторы почвообразования, почвы и почвенный покров государственных заповедников (102) и национальных парков (41) России. Рекогносцировочная оценка состава почвенного покрова даётся на основе самой крупномасштабной из ныне существующих почвенных карт, охватывающих всю территорию страны (Почвенная карта РСФСР под ред. В.М. Фридланда. Масштаб 1:2 500 000, 1988; Скорректированная цифровая версия, 2007). В обзорных очерках изложена информация о почвах заповедников и национальных парков Федерального значения.

Справочник состоит из 8 глав (в соответствии с количеством федеральных округов), внутри которых в алфавитном порядке приводятся описания охраняемых территорий. Справочная информация по всем заповедникам и национальным паркам включает:

- фрагменты Почвенной карты РСФСР М.: 1:2 500 000, с нанесёнными на неё границами участков заповедников и национальных парков;
- рекогносцировочные оценки состава почвенного покрова ООПТ на основе картографической информации (сведения о преобладающих почвах и занимаемых ими площадях в процентах от сухопутной площади ООПТ);
- научно-популярные очерки, содержащие сведения о факторах почвообразования, почвенном покрове и особенностях почв соответствующих территорий, дополненные крупномасштабными картами, таблицами, схемами и фотографиями. При описании почв использовалась Классификация и диагностика почв СССР (1977), но, учитывая разную степень изученности почвенного покрова и почв различных регионов, в некоторых очерках дополнительно приводятся названия почв в соответствии с Классификацией и диагностикой почв России (2004), а также с региональными или авторскими классификациями. При описании физико-географической обстановки рассмотрены факторы, определяющие особенности почвообразования территории.

При проведении почвенных обследований нередко используются местные и региональные классификации, сравнительная оценка и интерпретация результатов которых весьма затруднительна. Использование в обзорных статьях справочно-аналитического издания терминов единой классификации позволяет оценить репрезентативность системы государственных природных охраняемых территорий страны с точки зрения разнообразия естественных почв, наметить возможные пути повышения репрезентативности и проанализировать связь разнообразия почв и экосистем.

Наряду с основными разделами Атлас содержит следующую дополнительную справочную информацию:

- легенду ко всем картам, подготовленным на основе Почвенной карты РСФСР масштаба 1:2 500 000 (1988);

- список упомянутых в справочнике таксономических единиц Почвенной карты РСФСР масштаба 1:2 500 000 (1988) и их примерное соответствие высшим таксонам современных классификационных систем: КиДПП (Классификация и диагностика почв России, 2004) и WRB (World reference base for soil resources 2006, 2006), для того, чтобы помочь неспециалистам сориентироваться в огромном разнообразии природных почв России, не вдаваясь в тонкости используемых специалистами различных классификаций;

- словарь специальных терминов;

- основные источники информации (литературные источники, карты, интернет-ресурсы, базы данных).

Сборник иллюстрирован фотографиями ландшафтов, типов растительного покрова и почвенных разрезов, характерных для тех или иных охраняемых природных территорий.

Инвентаризация природного разнообразия и состояния почв, представленных в государственных заповедниках и национальных парках, опубликование в едином издании картографических и информационных материалов, освещающих закономерности почвообразования и состав почвенного покрова регионов позволяет наметить пути оптимизации сети ООПТ и будет способствовать созданию системы эталонных природных комплексов для сравнения с антропогенно-преобразованными аналогами.

УДК 631.45

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ КАДМИЯ В ПАХОТНЫХ ПОЧВАХ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.И. Просянкин

ФГБУ ЦАС «Кемеровский», Кемеровский сельскохозяйственный институт,
agrohim_42@mail.ru

Кемеровская область, в агроландшафтах которой проводились исследования, расположена на юго-востоке Западной Сибири и по объему промышленного производства занимает одно из ведущих мест в Российской Федерации. Предприятия угольной промышленности, металлургии, химические производства и транспорт оказывают негативное влияние на окружающую среду, загрязняя почвы тяжелыми металлами [2]. Почвообразующие породы водораздельных пространств и поверхности надпойменных террас преимущественно лессовидные суглинки, мощность их в различных частях Кузнецкой котловины от 3–5 до 10–12 м, на отдельных участках до 15 м и более [6].

Почвы объединяют почвообразующие породы, грунтовые воды с приземной атмосферой, растениями и живыми организмами [5] и служат основным источником химических элементов для растений, поэтому крайне необходимо изучение особенностей распределения химических элементов и обеспеченности возделываемых культур. Миграция микроэлементов в почве определяется нахождением водорастворимых элементов в обменно-сорбированном состоянии и их биогенной аккумуляцией, которая создает в ландшафтах неоднородность [1]. В условиях техногенеза одна из проблем – возможное загрязнение почв и сельскохозяйственной продукции тяжелыми металлами, содержание Cd в верхнем слое почв выше 0.5 мг/кг свидетельствуют об антропогенном вкладе в содержание Cd [3].

Целью исследований было изучение уровня содержания кадмия, особенностей дифференциации и экологической ситуации на пашне Кемеровской области. Задача исследований состояла в первую очередь в установлении наличия загрязнения кадмием в системе «почвообразующая порода-почва-растение». Надо сказать, что такие исследования проводились и ранее, но без оценки экологической ситуации на пашне с учетом кислотности почв (рНс). В работе использовались результаты комплексного мониторинга почв земель сельскохозяйственного назначения, статистическая обработка которых (табл.) и оценка загрязнения почв проведены с использованием информационных баз и приложений «Банка агрохимических данных», пакета обработки электронных таблиц Excel [4].

Таблица Характеристика почв пашни по содержанию кадмия.

Таблица характеристика почв напашки по содержанию кадмия.														
Ландшафт	n	Значения, мг/кг			σ, мг/кг	v, %	КК	n	Значения, мг/кг			σ, мг/кг	v, %	Кп, %
		min	max	среднее					min	max	среднее			
Валовое содержание							Подвижные формы							
Б	1811	0.25	2.98	1.16±0.02	0.46	39.7	8.9	1811	0.008	0.446	0.109±0.004	0.077	70.6	7.4
В	1842	0.22	2.61	1.03±0.02	0.41	40.3	7.9	1842	0.006	0.505	0.135±0.004	0.083	61.7	13.1
Г	1889	0.30	6.38	1.03±0.04	0.78	76.0	7.9	1889	0.007	2.95	0.172±0.009	0.186	107.8	16.7
Д	293	0.18	2.16	0.90±0.06	0.51	56.7	6.9	293	0.011	0.545	0.151±0.013	0.114	75.4	16.9

Примечание. Б – Мариинско-Ачинская лесостепь; В – лесостепь Кузнецкой котловины; Г – степь Присалаирской депрессии; Д – «Островная» лесостепь; КК – кларк концентрации относительно литосферы; Кп – доля подвижных элементов от валового содержания элемента, %; n – число измерений; σ – среднеквадратическое отклонение; v – коэффициент вариации.

Отличительная особенностью почвообразующих пород региона содержание Cd в 1.5–2 раза больше по сравнению с литосферой, большая доля – до 50 % в них подвижных форм Cd относительно валового содержания.

В почвах пашни отмечается пространственная дифференциация содержания Cd, что свидетельствует об экологическом разнообразии литологических, биогеохимических, почвенно-климатических условий и техногенном загрязнении. Установлены региональные кларки и лимиты содержания Cd. Максимальные значения содержания Cd выше в почвах степи Присалаирской депрессии, что связано с переработкой цинковых руд. Для зональных почв характерна аккумуляция Cd в слое 0–20 см, которая объясняется как биогенным накоплением в верхнем горизонте, так и техногенным поступлением из атмосферы.

Нами проведен анализ распределения 3363 проб с рНс менее 5.5 и 2990 проб с рНс более 5.5 и представленные ими 1489.9 тыс. га пашни по группам экологотоксикологической оценки содержания в почве тяжелых металлов (рис.).

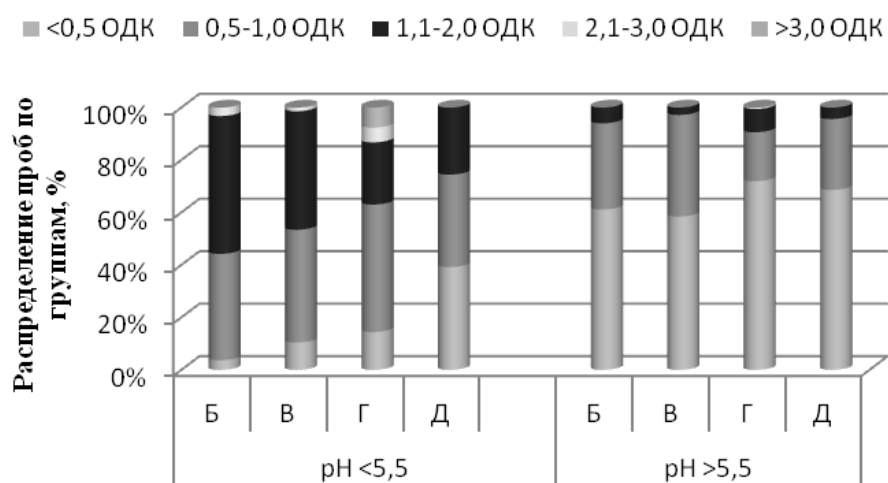


Рисунок. Распределение проб почв с учетом рНс по валовому содержанию Cd.

Эколого-токсикологическую оценку по содержанию Cd проводили с выделением земель с различной категорией загрязнения. Уровень техногенного загрязнения большей части почв пашни по валовому содержанию Cd допустимый и низкий, что характеризует экологическую ситуацию как удовлетворительную и относительно удовлетворительную. На 29 % площади пашни категория загрязнения почв по валовому содержанию Cd умеренно опасная, что характеризует экологическую ситуацию как не удовлетворительную, на 2 % – высоко опасная и чрезвычайно опасная категория загрязнения и кризисная и катастрофическая экологическая ситуация. Загрязненные Cd земли пашни большей частью кислые (рНс меньше 5.5), на которых требуется проведение известкования, а часть площади с чрезвычайно опасной категорией загрязнения может быть выведена из сельскохозяйственного оборота.

При анализе растениеводческой продукции отмечаются в пробах зерна яровых пшеницы и ячменя, сена многолетних трав превышение ПДК и МДУ по содержанию Cd.

Таким образом, региональные экологические условия оказывают определенное влияние на содержание токсичных элементов в почвах, растениеводческой продукции. Мониторинг почв и растениеводческой продукции важны для разработки рекомендаций и проведения агрохимических мероприятий для предотвращения загрязнения продукции и повышения устойчивости земледелия.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Виноградов А.П.* Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры // *Геохимия*. – 1962. - № 7. - С. 555–571.
2. *Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2011 году*. – Кемерово, 2012. – 479 с.
3. *Кабата-Пендиас А., Пендиас Х.* Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
4. *Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения*. – М., 2003. – 195 с.
5. *Перельман А.И.* Геохимия ландшафта. – М.: Высш. шк., 1975. – 342 с.
6. *Трофимов С.С.* Экология почв и почвенные ресурсы Кемеровской области. – Новосибирск: Изд-во «Наука» Сибирское отделение, 1975. – 299 с.

УДК 633.00

ОБОБЩЕНИЕ НАКОПЛЕННОГО ОПЫТА ПО РЕАБИЛИТАЦИИ ТЕХНОГЕННО-ЗАГРЯЗНЕННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ

Н.А. Сотникова

ГНУ ВНИИСХРАЭ, г. Обнинск, biology07@rambler.ru

Вследствие воздействия производственной деятельности человека достаточно большая часть территории Российской Федерации подверглась техногенному загрязнению. Сложившаяся экологическая обстановка в ряде загрязненных радионуклидами и тяжелыми металлами регионов в сфере агропромышленного производства потребовала крупномасштабного применения защитных мероприятий и разработки методов, позволяющих оптимизировать использование специальных технологий в наиболее проблемных хозяйствах и сельскохозяйственных отраслях.

К настоящему времени накоплен большой опыт ведения сельского хозяйства на техногенно загрязненных территориях (в зоне воздействия радиационных аварий и за-

грязнения тяжелыми металлами). В комплексе реабилитационных технологий немаловажную роль играют агрохимические приемы, которые включают: использование различных видов минеральных (азотные, фосфорные, калийные) и органических (навоз, сидерат) удобрений, известкование кислых почв, применение сорбентов, комплексных удобрений и др. Изменение соотношения элементов питания растений, при внесении удобрений, позволяет снизить переход радионуклидов и тяжелых металлов в сельскохозяйственную продукцию, а также повысить урожайность культур. Комплексная оценка эффективности используемых агрохимических технологий ведения сельского хозяйства на техногенно загрязненных территориях с учетом радиологических, экологических и экономических результатов возможна лишь при подробном анализе накопленных знаний. Решение этой проблемы возможно только на основе использования современных компьютерных систем и программных продуктов, включая базы данных (БД).

Создание БД позволит собрать и обобщить существующую информацию об агрохимических технологиях получения сельскохозяйственной продукции, отвечающей установленным санитарно-гигиеническим нормативам, на техногенно загрязненных сельских территориях, а также оценить их эффективность. Полученные данные будут использованы для создания компьютерной системы поддержки принятия решений по выбору оптимальных технологических приемов ведения сельскохозяйственного производства на угодьях с различными уровнями техногенного загрязнения, с учетом специфики конкретных сельскохозяйственных предприятий.

Для создания БД были изучены результаты научных исследований, опубликованные с 1986 г. по настоящее время (2013 г.), в виде статей в российских реферируемых научных журналах: «Почвоведение»; «Агрохимия»; «Плодородие»; «Экология»; «Радиационная биология. Радиоэкология»; «Земледелие»; «Сельскохозяйственная биология» (серия растения); «Агрохимический вестник»; «Доклады РАСХН»; «Вестник РАСХН»; «Проблемы агрохимии и экологии». Кроме того, были изучены монографии и научные труды сотрудников ГНУ ВНИИСХРАЭ, доклады конференций, кандидатские и докторские диссертации из библиотеки института. Данный интервал времени исследований (1986–2013 гг.) обусловлен увеличением актуальности проблемы техногенного, и, в частности, радиоактивного, загрязнения сельскохозяйственных угодий после аварии на Чернобыльской АЭС.

Изучение научной литературы позволило разработать структуру БД с использованием программных пакетов Microsoft Office (Microsoft Access – для ввода в БД информации и Microsoft Excel – для ее статистической обработки и анализа) и начать ее заполнение. В БД созданы несколько взаимосвязанных модулей данных, объединенных по ключевым полям: отрасль сельскохозяйственного производства; вид продукции; регион исследования; год исследования; тип почвы; агрохимические характеристики сельхозугодий (содержание гумуса, pH, гидролитическая кислотность Нг); условия проведения эксперимента; техногенный загрязнитель (радионуклид/тяжелый металл); дозы и объемы применения удобрений (минеральных, органических и др.); кратность снижения содержания загрязняющих веществ в продукции; изменение урожайности культур; источник литературных данных и др. Разработанная структура позволяет проводить сортировку и обработку собранной информации.

Число записей в БД в настоящий момент составляет 9954. Вследствие того, что в каждой статье приводятся разные единицы измерения, их унификация существенно снижает скорость заполнения базы данных.

Анализ собранных к настоящему времени в БД источников литературных данных показал, что наиболее интенсивно исследования в области применения стандартных и реабилитационных технологий ведения растениеводства на техногенно загрязненных территориях публиковались в 2010 г. – число записей составило 22 %. Наименьшее количество записей за 1991 год – 0.1 %. С 1988 по 1994 гг., в результате изучения последствий аварии на ЧАЭС, приоритом в исследованиях являлась оценка эффективности реабилитационных технологий по снижению содержания в сельскохозяйственной продукции ра-

дионуклидов. Начиная с 1994 г. большинство исследований было направлено на изучение эффективности уменьшения перехода в сельскохозяйственную продукцию тяжелых металлов. В 2002 г., к 15-летней годовщине со дня аварии на ЧАЭС, снова следует увеличение числа публикаций, связанных с оценкой эффективности применения технологий ведения растениеводства при производстве на радиоактивно загрязненных территориях продукции, удовлетворяющей санитарно-гигиеническим нормативам.

Число записей о снижении поступления радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию при внедрении реабилитационных технологий составляет 78 % от всех собранных данных, из них 68 % – о поступлении ^{137}Cs , 10 % – ^{90}Sr . Среди тяжелых металлов наибольшее количество записей по уменьшению их перехода в растениеводческую продукцию при использовании агроулучшителей соответствует Cd (6 %), Pb (5 %), Zn (3 %), Ni и Cu (2 %).

Также необходимо отметить, что в БД собрана информация о влиянии агрохимических приемов на снижение перехода радионуклидов и тяжелых металлов в сельскохозяйственную продукцию для различных культур: зерновые (яровая и озимая пшеница, овес, ячмень, кукуруза), овощные (картофель, свекла, горох, морковь) и луговую растительность (естественные и сеяные травы). Анализ информации в БД показывает, что исследования о снижении поступления техногенных загрязнителей в зерновые культуры при использовании агроулучшителей составляет 57 % всех сделанных в БД записей, овощные – 23 %, травы – 20 %.

Распределение числа записей в БД по видам удобрений выглядит следующим образом: 85 % исследований составляет изучение эффективности использования минеральных удобрений – азотных, фосфорных, калийных и извести, а также их сочетанное применение, 12 % – органических, 2 % – применение природных глин и минералов, 0.4 % – препаратов. Объектом исследования 26 % работ является применение различных фосфорных удобрений, 27 % – калийных, столько же – азотных и всего 5 % – извести. Органические удобрения в большинстве случаев применялись совместно с минеральными.

Таким образом, в результате проведенных исследований разработана структура базы данных (БД) по стандартным и реабилитационным технологиям ведения растениеводства на территориях, находящихся в зоне воздействия радиационных аварий и загрязнения тяжелыми металлами, включающая радиологические, экологические, хозяйственные и экономические показатели. Число записей в БД составляет 9954. Идет дальнейшее пополнение БД.

Работа рекомендована д.б.н. А.В. Пановым.

УДК 631.452

ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ПАХОТНЫХ ПОЧВ ЦЧР

К.Е. Стекольников

Воронежский государственный аграрный университет, siol@agrochem.vsau.ru

Неисповедимы жизненные пути, мог ли думать автор всего лишь каких-то 42 года назад, что он будет заниматься неведомой наукой – почвоведением, с которой оказалась, связана вся жизнь? И если выбор вуза был не совсем случайный, автор из села, и вполне осознанный, в 21 год уже был не очень солидный, но жизненный опыт (два года работы и служба в армии), то выбор факультета носил элемент случайности – в названии агрохимия и почвоведение была химия. А любовь к химии привила любимая учительница химии – Козьякова Генритэтта Робертовна. В студенческие годы возникала у автора мысль, что

любимая учительница имела непрофильное образование. В этом году узнал, что она жива, связался с ней по мобильному телефону. Конечно, в 84 года трудно вспомнить одного из учеников (хотя данную ею мне характеристику, я оправдываю до сих пор), но на мой вопрос об образовании был ожидаемый ответ. Она выпускница ТСХА, а позже закончила биолого-почвенный факультет Воронежского университета. А почвоведение привлекло внимание после полевой практики, опять же благодаря любимому преподавателю – Кирпиченко Клавдии Дмитриевне (ей 89 год). Почвенный разрез автора привёл её в изумление, практически маленькая комната 1.5×1.5×2.0 м., с аккуратными ступеньками и ровной передней стенкой, для описания разреза и отбора монолита условия были идеальные.

О значимости почв в жизни любой страны свидетельствует следующая цитата: *«Почвенный покров представляет собой одно из главных условий существования страны, с ним связано как её богатство, так и благосостояние её народа.* Однако, несмотря на то, что почвы признаны основным природным ресурсом, их особенностям, составу, свойствам, развитию и жизни (функционированию) уделяется недостаточное внимание при их освоении и охране. Больше того, и в самой науке о почве существуют диаметрально противоположные взгляды на её происхождение, формирование, эволюцию и освоение в различных отраслях народного хозяйства» (Зонн С.В., 1999).

Есть такая особенность науки как её субъективизм. По образному выражению «наука начинается там, где можно измерить или взвесить» – почвоведение во многом не наука. Слишком много в почвоведении критериев полукачественных, полуколичественных, таковых как – «много», «мало», «хорошо», «плохо», и т.д. В этом отношении почвоведение очень близко к таким видам спорта с субъективной оценкой как художественная гимнастика, фигурное и спортивное катание.

Россия необычная страна и потому, что не признаёт пророков в собственном Отечестве – Пушкин А.С. «...что имеем, не храним, потерявши плачем». А ведь это и о почвах и почвоведении. Россия – богатейшая страна мира, в т.ч. и почвенными ресурсами. Но вот парадокс, уже почти век, как страна с уникальными по уровню плодородия почвами – чернозёмами (Царём почв по Докучаеву), не может просто накормить собственное население (о качестве питания и речи нет, быть бы сыту). Закупка продовольствия – позор России. Покупая продовольствие, Россия вкладывает свои средства в развитие производства стран экспортёров и уничтожает собственного производителя.

Почвоведение, зародившись в России, в ней же и погибает за ненужностью. В аграрных вузах страны кафедры почвоведения остались в ТСХА им. К.А.Тимирязева, (РГАУ, г. Москва), Кубанском и Ставропольском ГАУ. И в классических университетах кафедры почвоведения редко где сохранились. Увы, это уже не кафедры почвоведения, в Южном федеральном университете (г. Ростов-на-Дону) кафедра почвоведения и оценки земельных ресурсов (а то ведь почвоведение не изучает и не оценивает этот ресурс), в Санкт-Петербургском университете (где почвоведение оформилось как наука – повивальная бабка почвоведения) – кафедра почвоведения и экологии почв и т.д. Это отрицание самостоятельности и самодостаточности почвоведения как науки. Россия единственная страна, не имеющая Службы охраны почв. Вот и всё, каюк почвоведению. У кого есть другое мнение, готов выслушать.

Агрохимическая служба – единственная Государственная система, осуществляющая мониторинг плодородия почв в России, в т.ч. и в ЦЧР (8–9 туров). Агрохимическое обследование выполнено на 53.8–71.1 % площади пашни региона. От одной трети до половины пашни региона не обследуется. Это свидетельство того, что пашня не используется (выкуплена московскими и петербургскими дельцами не собирающимися заниматься с.х., зато хорошо идёт под строительство), она зарастает бурьянами, и, что гораздо хуже, лесом или просто захламляется.

Традиционные показатели плодородия – содержание органического вещества, кислотность, и элементов питания. В ЦЧР преобладают почвы со средней обеспеченностью

гумусом. Средневзвешенное содержание органического вещества составляет 6.5 %, 5.7 %, 5.5 %, 4.9 %, 4.5 % соответственно в Тамбовской, Воронежской, Липецкой, Белгородской и Курской областях.

Таблица 1. Кислотность почв (по состоянию на 1 января 2010 г.).

Область	Группировка по степени кислотности, pH						Всего	В т.ч. кислых почв
	оч. сил. кисл. <4.0	сильно кисл. 4–4.5	средне. 4.6–5.0	слабо. 5.1–5.5	близк. к нейтр. 5.6–6.0	нейтр. 6.1–7.5		
Белгородская	88825	330719	104118	273384	511304	961410	2269760	787046
Воронежская	78	8005	121692	483654	595238	779759	1988426	613429
Курская	0	10651	287387	478763	214007	151916	1142725	776802
Липецкая	0	4405	160572	593127	287648	92979	1138731	758104
Тамбовская	0	1964	418681	818711	402849	68961	1711166	1239356
Итого	88903	355744	1092450	2647639	2011046	2055025	8250808	4174737

Кислые почвы составляют 50.6 % от площади обследованной пашни региона. Почвы нуждаются в проведении известкования (табл. 1).

Таблица 2. Обеспеченность почв подвижным фосфором (по состоянию на 1 января 2010 г.).

Область	Группировка по содержанию подвижного фосфора						Всего	В т.ч. с низким сод. подвижн. фосфора	
	оч. низк.	низкое	среднее	повыш.	высокое	оч. выс.			
Белгородская	5437	63975	372495	287247	114237	83046	926437	69412	7.49 %
Воронежская	17005	231916	1061320	553079	104658	20448	1988426	248921	12.52 %
Курская	125	15540	292154	450855	274426	109272	1142372	15665	1.37 %
Липецкая	18558	204537	463529	247921	98389	70382	1103316	223095	20.22 %
Тамбовская	1041	218653	823640	518338	141984	7754	1711410	219694	12.84 %
Итого	42166	707621	3013138	2057440	733694	290902	6871961	776787	54.44 %

Средневзвешенное содержание подвижных форм фосфора составило 133, 116, 94, 91 и 90 мг/кг в почвах Курской, Белгородской, Воронежской, Липецкой и Тамбовской областей и соответствует средней и повышенной обеспеченности.

Наименьшее средневзвешенное содержание подвижных форм калия наблюдается в Курской, Липецкой и Тамбовской областях – 96, 101 и 102 мг/кг соответственно. В Белгородской и Воронежской областях этот показатель существенно выше – 127 и 123 мг/кг соответственно (табл. 3) и соответствует высокой и повышенной обеспеченности.

Таблица 3. Обеспеченность почв обменным калием (по состоянию на 1.01.2010 г.).

Область	Группировка по содержанию обменного калия						Всего	В т.ч. с низким сод. Обм. Калия	
	оч. низк.	низкое	среднее	повыш.	высокое	оч. выс.			
Белгородская	271	12822	109806	353366	337793	112509	926567	13093	1.41 %
Воронежская	200	12404	200341	705440	891165	178876	1988426	12604	0.63 %
Курская	0	5881	467652	416501	146047	26216	1062297	5881	0.55 %
Липецкая	88	12562	317043	475962	243007	88958	1137620	12650	1.11 %
Тамбовская	0	8875	362168	881677	441526	17164	1711410	8875	0.52 %
Итого	559	52544	1457010	2832946	2059538	423723	6826320	53103	0.78 %

Таким образом, длительное использование чернозёмов заметно снизило их плодородие.

ЗЕМЕЛЬНЫЙ ФОНД И ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ
КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Х.Ш. Тарчоков, М.М. Чочаев

Кабардино-Балкарский НИИ сельского хозяйства, kbniish2007@yandex.ru

Территория Кабардино-Балкарской Республики расположена в горной, предгорной и равнинной частях Северного Кавказа, что определяет разнообразие и неоднородность природных условий, в частности почв. Сложность и разнообразие почвенного покрова возрастает вследствие неоднородности рельефа, а также гидрологических условий местности и особенностей почвообразующих пород.

Земельный фонд республики составляет 1247.0 тыс. га. Из них земли сельскохозяйственного назначения – 712.3 тыс. га, в том числе 286.8 тыс. га пашни, основную долю которой занимают плодородные черноземы и каштановые почвы и такое же количество естественных сенокосов и пастбищ, представленных в горах альпийскими и субальпийскими лугами, способными обеспечить животноводство кормами. В настоящее время немногим менее половины пашни занимают орошаемые земли (130.7). Мелиоративное состояние более двух третей орошаемых земель оцениваются как хорошее и удовлетворительное.

Из общей площади пашни по состоянию рельефа удобные для обработки поля составляют около 65 %, средне удобные – 25.0, неудобные – 10 %. Последние категории характерны для горных земель в силу различной крутизны склонов и междоугодности полей.

На одного жителя республики в среднем приходится всего 0.3 га пашни, что значительно ниже, чем в среднем по России. Поэтому обеспечение населения Кабардино-Балкарии продуктами питания должно происходить не за счет расширения посевных площадей, а за счет повышения плодородия земель, и более эффективного их использования.

Основными пользователями земель в КБР являются более 6300 хозяйств разных форм собственности, за которыми закреплено более 290.0 тыс. га посевной площади. Средний размер земельного участка составляет 46.5 га.

Чрезвычайная пестрота почвенного покрова, вызванная сложностью геоморфологического строения территории является основной причиной неравноценности однотипных сельскохозяйственных угодий по качеству и плодородию почв.

В горных и степных районах республики это связано с наличием большого количества земель подверженных водной и ветровой эрозии. Смыв, размыв и дефляция почвы причиняют большой ущерб плодородию земель, приводят к снижению урожайности полевых культур и продуктивности пастбищ, а в некоторых случаях к выводу угодий из сельскохозяйственного оборота.

По данным почвенно-картографического учета из общей площади сельскохозяйственных угодий 628.3 тыс. га эрозионно-опасные, эродированные земли составляют 602.9 тыс. га, засоленные – 57.8 тыс. га, кислые – 177.3 тыс. га, заболоченные – 68.5 тыс. га, каменистые – 173.4 тыс. га.

За счет губительного действия водной эрозии плодородие пахотных земель ежегодно снижается, а с пашни, подверженной интенсивному выдуванию ежегодно выносятся до 10 т мелкозема с 1 га. Это не только обедняет почвы, но и загрязняет поверхностные и водные источники и прилегающие территории. Развитию этого вида эрозии способствуют разреженность растительности, оголенность поверхности почвы, нарушенность почвенно-растительного покрова, прежде всего распашкой земель.

Развитие ветровой эрозии, наряду с этими, зависит от совокупности таких природных условий, как легкий гранулометрический состав почв и геологических пород, разреженность растительного покрова, аридность климата и сильные ветры.

Снижение качества земель сельскохозяйственного назначения в республике обусловлено сокращением объемов работ по сохранению и повышению плодородия земель сельскохозяйственного назначения, и в первую очередь пашни при интенсивном ее использовании.

Кодексом РФ об административных правонарушениях предусмотрено наказание за ухудшение качественного состояния земель. На практике же этот закон не исполняется, подтверждением чему являются усиливающиеся темпы деградации почвы, падение содержания гумуса в ней, накопление радионуклеидов.

Почвенное плодородие находится в постоянном динамическом изменении и зависит от интенсивности использования земель и применения удобрений. В республике в последние 20 лет объемы агротехнических и технологических мероприятий снизились до критического уровня. Из общей площади пашни 286,8 тыс. га, 220 тыс. га имеют низкое содержание гумуса, и всего 67,0 тыс. га – среднее и повышенное. В последние годы темпы снижения гумуса увеличились более чем в 4 раза по сравнению с серединой XX века, что в первую очередь связано с резким сокращением применения органических удобрений. В последние 20–25 лет объемы их внесения сократились более чем в 10 раз. Одновременно снижается содержание основных элементов питания в почвах республики.

Для восстановления положительного баланса гумуса в пахотных землях необходимо вносить на каждый гектар пашни не менее 10–12 тонн органических удобрений; совершенствовать структуру посевных площадей, насыщая их бобовыми культурами, многолетними травами и сидератами.

Проблема рационального природопользования, улучшения экологической ситуации в республике не может быть решена без разработки строго научной стратегии, ориентированной на адаптивно-ландшафтное природопользование, восстановление и сохранение ресурсного потенциала, повышение устойчивости и продуктивности агроландшафтов.

Для КБР, где более 35 % валового регионального продукта формируется в аграрном секторе экономики, сохранение и повышение плодородия земель приобретает особую актуальность и обусловлена рядом причин:

- резким снижением плодородия сельскохозяйственных угодий вследствие выноса урожаем питательных веществ из почвы несовместимыми с темпами и объемами работ по повышению плодородия;

- неудовлетворительной государственной охраной земель сельскохозяйственного назначения, вследствие чего сокращается площадь сельхозугодий путем изъятия для не сельскохозяйственных целей использования, не связанных с исключительно государственными нуждами;

- отсутствием системного государственного контроля за обеспечением обработки земли способами и технологиями, обеспечивающими сохранение плодородия земель и природно-экологического потенциала.

Сложившееся положение требует осуществления комплекса агротехнических и организационно-хозяйственных мер. Материалы почвенных обследований позволяют определить основные технологические направления этих работ с учетом зональных особенностей территории республики.

Накопленный в последние годы опыт работы передовых хозяйств республики, внедрение адаптивно-ландшафтной системы земледелия путем максимального приспособления хозяйственной деятельности человека к условиям агроландшафта, позволят стабилизировать и повысить плодородие почв, защитить земельный фонд от деградации и обеспечить устойчивое производство сельхозпродукции, увеличить количество рабочих мест в агропромышленном комплексе республики.

ADDITIONS TO THE BIOGRAPHY OF PAVEL VLADIMIROVIČ OTOCKIJ
(BASED ON THE ARCHIVAL MATERIALS FROM PRAGUE AND STOCKHOLM)

Anastasia A. Fedotova, Jussi-Pekka Hakkarainen, Lars Hallberg

St. Petersburg Branch of the Institute for the History of Science and Technology
named after S.I. Vavilov, St. Petersburg, Russia; f.anastasia.spb@gmail.com

National Library of Finland, Helsinki, Finland; jussi-pekka.hakkarainen@helsinki.fi

National Archives of Sweden, Stockholm, Sweden; lars.hallberg@riksarkivet.se

Sources from the archives in Prague and Stockholm raise some previously unknown facts regarding the life and activities of the eminent Russian soil scientist and hydrologist Pavel Otockij in 1920–40s, who emigrated from Russia in 1917. For the first time, the place and time of his death can be verified: Stockholm, 28th of May 1954.

Keywords: Pavel Otockij, soil science, hydrology, Stockholm, Prague, scholars in exile

УДК 631.4-9

К БИОГРАФИИ ПАВЛА ВЛАДИМИРОВИЧА ОТОЦКОГО
(ПО МАТЕРИАЛАМ АРХИВОВ ПРАГИ И СТОКГОЛЬМА)

Анастасия Федотова, Юсси-Пекка Хакарайнен, Ларс Хальберг

Санкт-Петербургский филиал Института истории естествознания и техники
им. С.И. Вавилова РАН, Санкт-Петербург, Россия, f.anastasia.spb@gmail.com

Национальная библиотека Финляндии, Хельсинки Финляндия;
jussipekka.hakkarainen@gmail.com

Государственный архив Швеции, Стокгольм, Швеция; lars.hallberg@riksarkivet.se

По материалам архивов Праги и Стокгольма приведены ранее неизвестные сведения о жизни крупного почвовед и гидрогеолога П.В. Отоцкого, в 1917 г. эмигрировавшего из России. Впервые приводятся документально обоснованные дата и место его смерти: Стокгольм, 28 мая 1954 г.

Ключевые слова: П.В. Отоцкий, Стокгольм, Прага, ученые в эмиграции.

Павел Владимирович Отоцкий (род. 12/24.01.1886) – это один из многих талантливых учеников В.В. Докучаева, автор одной из наиболее интересных и важных работ по вопросу влияния лесов на грунтовые воды, написанных в начале XX века¹, создатель Музея почвоведения в Санкт-Петербурге², создатель и многолетний редактор (1899–1916) журнала «Почвоведение»³, а также со-органizador Докучаевского почвенного комитета и заместитель его председателя (1912–1917)⁴. Однако, не смотря на столь значительную роль для институализации почвоведения в дореволюционной России, о его судьбе после 1917 г. мало что знали: даже дата и место его смерти не были известны.

Временное правительство и Академия наук командировали Отоцкого в Швецию с поручением собрать картографический материал по новейшим геологическим образованиям скандинавских стран в связи с новым изданием почвенной карты России, изучить колодцы Норденшельда и организовать за границей печатание журнала «Почвоведение» (Ярилов 1922, с. 61). Из этой командировки на родину он не вернулся.

Поначалу Отоцкий, как и многие эмигранты, имел возможность поддерживать связи с коллегами в России. В августе 1918 г. он был избран член-корреспондентом Сельскохозяйственного ученого комитета Наркомзема⁵. В июне 1920 г. Отоцкий направил в адрес Наркомпроса очередное безуспешное ходатайство о предоставлении ему возможности опубликовать новую уже готовую часть своего труда «Грунтовые воды», закончить работу над еще одной частью этого труда, а также наладить в Швеции издание «Почвоведения».

ния» как международного журнала (Ярилов, 1922)⁶. В 1920-х гг. Отоцкий публиковал работы в советских журналах⁷, но в 1930-е гг. эти связи прервались.

Некоторые сведения о жизни и научной деятельности Отоцкого в эмиграции, а также о его контактах с российскими коллегами в 1920-х гг. были недавно опубликованы (Матинян, Колодка, 2013). Нами обнаружены в архивах Стокгольма и Праги важные сведения, которые дополняют эту информацию.

Мы начали свои поиски с Чехии, так как имелись упоминания о том, что в 1920-х гг. Отоцкий жил в Праге и преподавал в Свободном университете. Высказывались предположения, что жизнь его оборвалась там же либо в 1931, либо в 1933 г., либо в годы Второй мировой войны.

Однако сведения найденные в Архиве Чехословацкой полиции⁸, опровергли эти предположения и заставили нас искать следы в Отоцкого в Стокгольме. Информация из фондов Государственной комиссии по иностранцам (Statens Utlännings kommission, Государственный архив Швеции)⁹ дополнила картину.

Павел Отоцкий (Paul Ototzky по шведским документам) жил в Стокгольме с семьей с 1917 по 1920 г. В Стокгольме 12 декабря 1918 г. в Стокгольме у Отоцких родилась дочь Iréne (Dolly) Paulowna Ototzky, которая осталась в Швеции, когда семья в 1920 г. уехала из страны¹⁰. Сведения, обнаруженные в Санкт-Петербургском филиале Архива РАН, говорят о том, что в материальном отношении жизнь Отоцких в Швеции была далека от благополучной¹¹.

Согласно документам Чехословацкой полиции Павел Отоцкий прибыл в страну 2 марта 1922 г. По этим данным, после отъезда из России он жил в Швеции и Германии.

В Праге Отоцкий преподавал естественные науки в Свободном университете в Праге, главным образом русским эмигрантам. По словам Отоцкого (заявление на паспорт, поданное в 1946 г.) именно для этого он был приглашен в Прагу Чехословацким министерством иностранных дел. В 1926 г. он закончил второй том своей монографии о грунтовых водах, которая была переведена на чешский язык (Otockij, 1926).

Павел Отоцкий навещал Швецию и свою младшую дочь несколько раз: в 1921, 1923 и в 1931 гг. По крайней мере один раз (в 1931 г.) вместе с ним ездила его старшая дочь Елена (дата рождения – 6 декабря 1906 г.). Кроме Швеции, Отоцкий в 1920-х гг. несколько раз ездил в Брюссель – там жила его жена, которая умерла в 1929 г.

По крайней мере однажды Отоцкому отказали в шведской визе – в сентябре 1944 г. Но в 1946 г. он все-таки смог получить визу и пробыл в Швеции с 18 декабря 1946 г. до 14 декабря 1947 г., после чего опять вернулся в Чехословакию. В документах, поданных на шведскую визу в апреле 1946 г. он указывал, что является вдовцом, профессором на пенсии, заканчивает третий том своей монографии о грунтовых водах и направляется в Швецию для изучения колодцев Норденшельда.

По понятным причинам, документы Чехословацкой полиции содержат мало сведений о профессиональной деятельности Отоцкого в Праге. Вероятно, информация о его работе преподавателя и исследователя имеется в Архиве иностранных дел Чехословакии (Ministerstvo zahraničních vecí Československa), в разделе Ruská Pomocná akce.

29 июля 1949 г. Отоцкий вновь приехал в Швецию. В документах Чехословацкой полиции указано, что он уехал в Швецию к дочери (Irena Nordenskjöld) на постоянное место жительства. Он умер в Стокгольме 28 мая 1954 г. в возрасте 88 лет.

ПРИМЕЧАНИЯ

1. Отоцкий, 1905. Как описал эту работу московский почвовед и библиограф русского почвоведения Арсений Ярилов «исследованиями этими разрушена многовековая легенда о благотворной гидрологической роли лесов. Позднее, по методу Отоцкого, подобные же исследования произведены были в разных других странах: в Германии (проф. Эбермайер [E. Ebermayer]), во Франции (проф. А. Генри [E. Henry]), в Индии

(Пирсон [Pearson]), Швеции (проф. Хессельман [H. Hesselmann]), в Румынии (проф. Мур-гочи [G. Murgoci]) и др. Все они подтвердили выводы Отоцкого» (Ярилов, 1922, с. 61).

2. Первый в мире специальный музей почвоведения. Создан на базе докучаевских коллекций, хранившихся при кафедре минералогии Санкт-Петербургского университета и коллекций Вольного экономического общества в 1902 г. Отоцкий был его заведующим (без вознаграждения) до 1912 г.

3. Первый в мире специальный журнал по почвоведению. Был задуман и до 1917 г. действовал как международный – с международной редакционной коллегией и переводом статей с русского на ведущие европейские языки.

4. Колчинский, Федотова, 2011. Кроме того, Отоцкий с 1910 г. был председателем Гидрологической комиссии Русского географического общества и вместе с гидрологом А.Д. Стопневичем (1879–1919) издавал журнал этой комиссии «Гидрологический вестник» в 1915–1916.

5. ЦГАНТД. Ф. 179. Оп. 1–1. № 34. Л. 1–3.

6. Новая часть «Грунтовых вод» была опубликована в Праге в 1926 г. на чешском языке (Otockij, 1926). Возобновить издание «Почвоведения» удалось только в 1924 г. в Москве, благодаря деятельности А.А. Ярилова, который и стал новым редактором журнала. Журнал стал полностью русскоязычным, работа международной редколлегии не была восстановлена.

7. См. к примеру: Отоцкий, 1924. Выпуск журнала «Почвоведение», в котором появилась статья Отоцкого, был первым после долгого перерыва.

8. Národní archiv České Republiky, Policejní reditelství Praha II – 1931–1940. Karton 8190, Signatura O 498/3 Otockij Pavel 1866.

9. Riksarkivet. State Aliens Commission (Statens Utlänningskommission, kanslibyrån volume F 1 B:1856; D 1 A:69.

10. Iréne Ototzky получила шведское гражданство 8 января 1937 г. (Riksarkivet. Justitiedepartementet, konseljakt 8 January 1937 No. 26), и в 1948 г. вышла замуж за Sten Nordenskjöld. Она умерла сравнительно недавно – в 2004 г. (Sveriges Dödbok. 1901–2009. Sveriges Släktforskarförbund).

11. СПФ АРАН. Ф. 80. Оп. 1. № 94, 96. См. также: Матинян, Колодка, 2013.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Otockij P.V.* Režim podzemních vod a jeho závislost od vzdušných činitelů / z ruského rukopisu přel. Fr. Podvlecký. Praha: Státní ústav hydrologický, 1926.
2. Колчинский Э.И., Федотова А.А. Докучаевский почвенный комитет // Биология в Санкт-Петербурге. 1703–2008. Энциклопедический словарь / ред.-сост. Э.И. Колчинский, А.А. Федотова. СПб.: Нестор-История, 2011. С. 174–175.
3. Матинян Н.Н., Колодка В.П. Отоцкий Павел Владимирович // Почвоведение в Санкт-Петербурге XIX–XXI вв. Биографические очерки / отв. ред. Н.Н. Матинян. СПб.: Нестор-История, 2013. С. 231–239.
4. Отоцкий П.В. Грунтовые воды их происхождение, жизнь и распределение. Грунтовые воды и леса, преимущественно на равнинах средних широт. СПб., 1905. 300+75 с.
5. Отоцкий П.В. О Норденшильдовских колодцах // Почвоведение. 1924. № 1–2. С. 147–149.
6. [Ярилов А.А.] *Personalis*. П.В. Отоцкий // Русский почвовед. 1922. № 1–3. С. 61–62.

Материалы
Международной научной конференции
XVI Докучаевские молодежные чтения
«Законы почвоведения: новые вызовы»

4–6 марта 2013 г.
Санкт-Петербург

THE NEO FORMATION OF CALCAREOUS DOLLS IN SOIL AS AN INDEX FOR CLAY MINERALS DEGRADATION IN YAZD CLAYEY PLAIN

M. Akhavan Ghalibaf¹ and M.R. Bagheri²

¹доцент департамента почвоведения; ² студент магистратуры департамента управления природными ресурсами пустынь и «Кевир»-факультета, университета Йезд, Иран
makhavan_ghalibaf@hotmail.com.

The study area has soils with medium and heavy texture that due to fluctuations in the level of ground water in the past, have become saline and sodic. The ratio $I(100)/I(101)$ of the quartz peaks in the doll shows authigenic confirm its origin. Then it may be that resulting lime dolls with their secondary calcite and quartz have been recently formed in degraded saline and alkaline soils. This is a function of soil formation can be used as an indicator to assess the intensity of soil degradation in the crystal framework of Yazd clay plain.

INTRODUCTION

In some places on the clayey plain of Yazd where on the lands have occurred depression and giant cracks also, can be seen calcareous concretions (lime dolls) with irregular shape and the dimensions from a few centimeters to 20 centimeters. This phenomenon in native language is called Chilo. X-ray diffraction and X-ray fluorescence spectrometry on soil samples and the dolls neo formations were made to find their lithogenic or pedogenic origin. Because of amorphous X-ray characteristics of the soil in surface and subsurface of profile, it may be thought that they have originated from volcanic ash as allophone or its transformations. The proposed structure for allophone with Si/Al ratio 1/1 composed of a silica tetrahedral chain and an alumina octahedral chain sharing a corner of the respective tetrahedron and octahedron. Addition of another alumina chain to the silica tetrahedral chain formation of allophone with the Si/Al ratio 1/2. Non crystalline and poorly crystalline X-ray patterns of allophone with the Si/Al ratio 1/1 and 1/2 are aligned. A genetic transformation from allophone with the Si/Al ratio 1/1 to imogolite or hydrated halloysite will be understood on the basis of the development or the rearrangement of the chain structure units.

The fact that the Si/Al ratio for soil allophone is in the range from 1/1 to 1/2 strongly suggests some regularity in bonding between Si and Al through oxygen, in the structural organization of soil allophone. Apparent exceptions are the specimens from which extractable oxides were not removed, although the ratio Si/Al, not Si/(Al+Fe), for these specimens are also in the above range. Note that the observed regularity is essentially not dependent on the fractionations and pretreatments, though these have undoubtedly helped to narrow the range. Birrell and Fieldes (1952) reported the Si/Al ratio 1/0.83 to 1/1.98 for allophone in New Zeland soils, with minor amounts of impurities, and Ossaka (1960) quoted the value 1/0.68 to 1.2.22 for twenty specimens of soil allophone. Wada, Koji (1967) conclude that the two end-members with the Si/Al ratio 1/1 and 1/2 associated with a definite number of hydrogen and oxygen are present in soil allophone. The former may correspond to Brown's allophone (1955) and the latter to an ideal 'imogolite'. Second think about the origin of these soil in Yazd, according to scientific literatures, Dolls with spherical shape (nodules) have arisen as a result of weathering of limestone or loess materials [5]. This study aims to provide empirical evidence of this phenomenon, that it should be considered from pedogenic process.

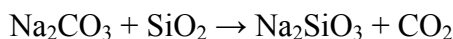
OBJECTS AND METHODS

In the north-eastern of Yazd city, on the Quaternary deposits of clay, where it has been under different levels of ground water and sodic soil processes, has formed, hard lime – silica futures (dolls). Calcareous dolls with irregular shapes in native language are called Chilo. The soil samples from Dolls and calcareous soil surrounding horizon; $B_{km(dolls)}$ and B_{km} and so from the soil surface horizons A and parent material horizon of C were collected. Routine physical

and chemical analyzes were carried out on the samples. The components of the fine clay (less than one micron) with gravity method by Stokes law were separated. X-ray fluorescence on all of the samples with instrument Explorer 4 from American fabrication Broker was determined. Rontgen diffractometry analyzes (XRD) were done with x-ray diffraction instrument from American Broker company. On the samples of clay slides for XRD analyzes were done treatments of saturation with ethylene glycerol and heating at 500 degrees for two hours in two samples separately. The experiments were performed at a device operating regime with a nickel filter, copper cathode and the rate of the 1.2–2 theta per minute.

RESULTS AND DISCUSSION

X ray diffraction patterns of soil samples in the fraction less than 1 micron have shown in figure. Analysis by x-ray diffraction showed higher intensity ratio I100 ($d = 4,26 \text{ \AA}$) compared with the intensity I101 ($d = 3,34 \text{ \AA}$) for dolls quartz (table 1). This ratio according to Richard Drees et al., (1989) was defined as a criterion for Auto genetic form of silica in soils and not product of weathering process in soil. In the study area, this ratio has increased in dolls and has decreased in the A and B horizons where has degraded crystalline skeleton of the soil. High $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ratio 2.57–3.31 in all horizons of soil confirm none allophanic origin in the soils. Increasing the $\text{SiO}_2 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)$ ratio 2.65 in Silica-calcareous dolls also support secondary forms of silica in dolls components. In table 2 has shown some of the physical and chemical properties of the soils. The soils have a heavy texture (silty or sandy clay) and soil reaction change 7.85–8.55. Maximum Na^+ ratio was calculated in horizon A and maximum Cation Exchangeable Capacity (CEC) was calculated in B_{km} . According to Greenwood, Norman N.; Earnshaw, Alan (1997) and Wells A.F. (1984), Sodium silicate is the common name for a compound sodium metasilicate, Na_2SiO_3 , also known as waterglass or liquid glass. It is available in aqueous solution and in solid form and is used in cements, passive fire protection, refractories, textile and lumber processing, and automobiles. Sodium carbonate and silicon dioxide react when molten to form sodium silicate and carbon dioxide:



Anhydrous sodium silicate contains a chain polymeric anion composed of corner shared $\{\text{SiO}_4\}$ tetrahedral, and not a discrete SiO_3^{2-} ion. In addition to the anhydrous form, there are hydrates with the formula $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (where $n = 5, 6, 8, 9$) which contain the discrete, approximately tetrahedral anion $\text{SiO}_2(\text{OH})_{22}^-$ with water of hydration. For example, the commercially available sodium silicate pentahydrate $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ is formulated as $\text{Na}_2\text{SiO}_2(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ and the nonahydrate $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ is formulated as $\text{Na}_2\text{SiO}_2(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. Thus, the occurrence of such a process is not unexpected in these soils. In alkaline soils the Alumina silicates were transformed in to silica gels, then from the product to be formed secondary silica and calcite. In industry, the various grades of sodium silicate are characterized by their $\text{SiO}_2:\text{Na}_2\text{O}$ ratio, which can vary between 2:1 and 3.75:1. Grades with this ratio below 2.85:1 are termed 'alkaline'. Those with a higher $\text{SiO}_2:\text{Na}_2\text{O}$ ratio are described as 'neutral'[1]. In the studied soils $\text{SiO}_2:\text{Na}_2\text{O}$ ratio in secondary silica – calcareous horizon ($B_{\text{km(dolls)}}$) was equal to 34.39 (table 1).

CONCLUSIONS

Due to mineral instability in an alkaline reaction of soil environment, led to destruction of soil clay minerals even quartz. Then after leaching of amorphous material obtained during the demolition of clay minerals from horizon A and accumulation in horizon B, dolls with secondary calcite and silica has formed. By comparing the relative intensity of X-ray peaks, the percentage of destructed native material to from amorphous material (AMa) in horizons A and B, and then formation of new minerals (secondary minerals (SMi)) silica and calcite dolls was evaluated (table 1).

Table 1. Some crystal-chemical properties of soils in the study area.

Horizon	Depth,	SiO ₂ / (Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃)	SiO ₂ / (Al ₂ O ₃)	SiO ₂ / Na ₂ O	Silica I(100)/ I(101)	Σ I/Σ IC	AMa, %	SMi, %
A	0–20	2.19	3.08	91.36	-	0.29	71	0
B _{km}	20–100	2.40	3.31	72.47	-	0.21	79	0
B _{km(dolls)}	20–100	2.63	2.57	34.39	0.33	7.91	0	791
C	100–200	2.35	2.96	291.11	0.29	1.00	0	100

AMa: Amorphous Materials, SMi: Secondary Minerals.

Table 2. Some physical and chemical properties of soils in the study area.

Horizon	Depth,	texture	CEC, Meq/100 gr-soil	EC, dS/m	pH	Na ⁺ /(Ca ²⁺ +Mg ²⁺) in 1:5 water extract
A	0–20	Sandy clay	18.4	0.47	8.55	9/5
B _{km}	20–100	Sandy clay	25.4	0.38	8.68	0.5
B _{km(dolls)}	20–100	concretion	5.2	0.11	7.85	0.5
C	100–200	Silty clay	14.2	0.23	8.15	2.3

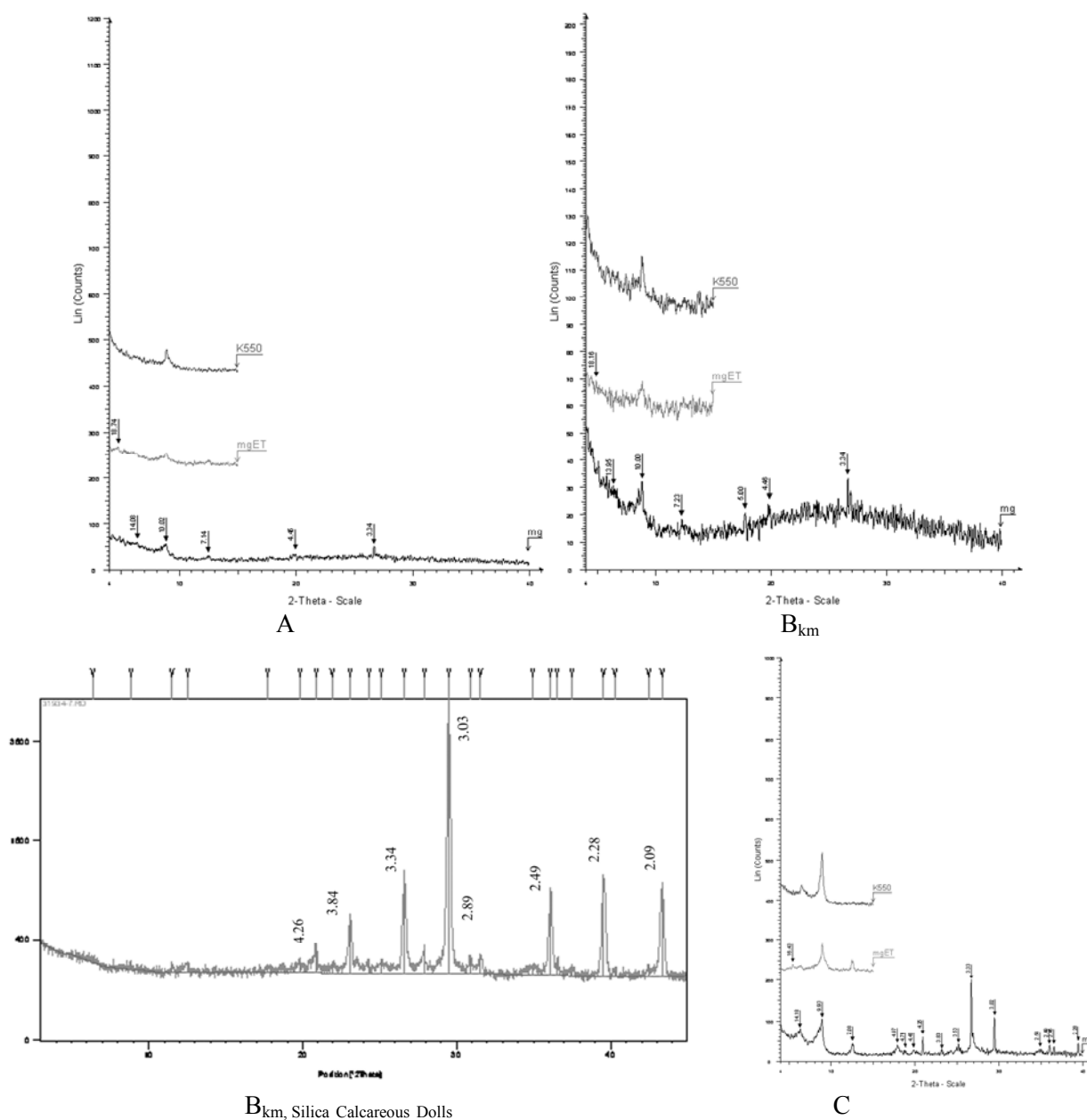


Figure. The diffraction patterns of soil samples at a fraction of less than 1 micron in degraded profile with giant cracks.

REFERENCES

1. *Ashford's Dictionary of Industrial Chemicals*, third edition, 2011, page 8369
2. *Birrel, K. S. and M. Fieldes*. 1952. Allophane in volcanic ash soils. I. Soil, Sci, 3, 156–167
3. *Brown, G.* (1955) Report of the Clay Minerals Group Sub-committee on Nomenclature of Clay Minerals. Clay Miner. Bull. 2, 294–302.
4. *Drees, R. L., Wilding, L.P., Smeck N.E. and Senkay, A.L.* 1992. Silica in soils: Quartz and disordered silica polymorphs. Chapter 19, in *Minerals in soil environments*, Second Edition, by Dixon, J.B. and S.B. Weeds, SSSA as publisher, PP: 913–975.
5. *Greenwood, Norman N.; Earnshaw, Alan* (1997). *Chemistry of the Elements* (2nd ed.). Butterworth–Heinemann. ISBN 0080379419.
6. *Ossaka, J.* 1960. On the hydro-alumina silicate minerals from Mt. Asama. Adv. Clay Sci. (Japan) 2t 339–349.
7. *Parvaz*. 2006. <http://www.niazemarkazi.com/article.pdf.10011012.html>
8. *Wada, Koji*. 1967. A Structural Scheme of Soil Allophane. The American Mineralogist, Vol. 52, May–June, PP: 690–709.
9. *Wells A.F.* (1984) *Structural Inorganic Chemistry* 5th edition Oxford Science Publications ISBN 0-19-855370-6

THE GEOLOGICAL FORMATIONS AS A MAJOR FACTOR OF SOIL EVOLUTION IN SEMI ARID VERTICAL ZONES OF IRAN

F. Rahbaralam Shirazi¹ and M. Akhavan Ghalibaf²

¹MSC студент, Samirahbar@yahoo.com, ²доцент департамента почвоведения и природных ресурсов «Кевир» факультета, университета Йезд, Иран. makhavan_ghalibaf@hotmail.com,

In the desert zone of Central Iran, because of a few precipitations the soil evaluation process is very weak. In the mountainous zones where are with vertical semi arid lands can be formed semi desert soils. The pathogenic process in these areas is just close to the geologic formations of parent materials. The research area located in the Yazd province where two geologic formations of Naiband (Mesozoic period) and Soltanieh (Paleozoic period) can be found nearby together on the same vertical semi arid zone. The soils on the Soltanieh formation from lower Paleozoic, with higher quantities of dolomite, have a primitive pedogenesis, with shallow soil profiles as Entisols. On the Naiband formation and debris from lower Mesozoic with higher quantities of calcites, has been formed deep soil profiles as Petronodic Xeric Haplocalcids.

INTRODUCTION

In order to study the impact of geological formations to soil types in Central Iran this research was defined. The major mineral components in geological formations of Iran with arid climate are carbonates [2]. The carbonate types of the rocks in different periods of geology change as calcite and so as dolomite ones. Soil depths and evaluations on the calcite or dolomite depositions were changed and the results of these variations are not similar to some other reported results in another climate. Dolomite or dolostone is a carbonate sedimentary rock containing more than 50 % by weight of the mineral dolomite. Dolomite rock may contain calcite but the content of calcite should not exceed 10 % of the calcite-dolomite pair's content [3]. Calcite and dolomite solubility in open weathering environments are proportional to $p\text{CO}_2$ and inversely proportional to temperature and dolomite solubility is progressively greater than calcite below 25°C. If original limestone gets replaced by dolomite rock, pore space is therefore expected to increase. However, this explanation (for the higher porosity of dolomite rock) has been challenged [4].

According to a paper published in the Special Publication of the Geological Society of London, the explanation is that limestone loses porosity through compaction and cementation, whereas dolostones resist compaction and retain much of their porosity [3]. Dolomite rock is a

very common sedimentary rock; especially older carbonate rocks (formed before the Mesozoic) tend to be dolomites whereas younger carbonates are predominantly various limestones [1]. Dolomite rock may contain significant amount of silicate minerals (quartz, clay minerals), sulfides (especially pyrite), and evaporates (or their replacements) [7]. Dolomites may contain fossils but they are usually poorly preserved because of diagenetic overprinting. Most fossils of original limestone become obliterated during the dolomitization. The thermodynamic stabilities of calcite and dolomite both decrease with decreasing temperature, with dolomite more strongly affected. Thus, the low mean annual temperature of these temperate weathering environments maximizes the absolute solubility of dolomite as well as its solubility relative to calcite.

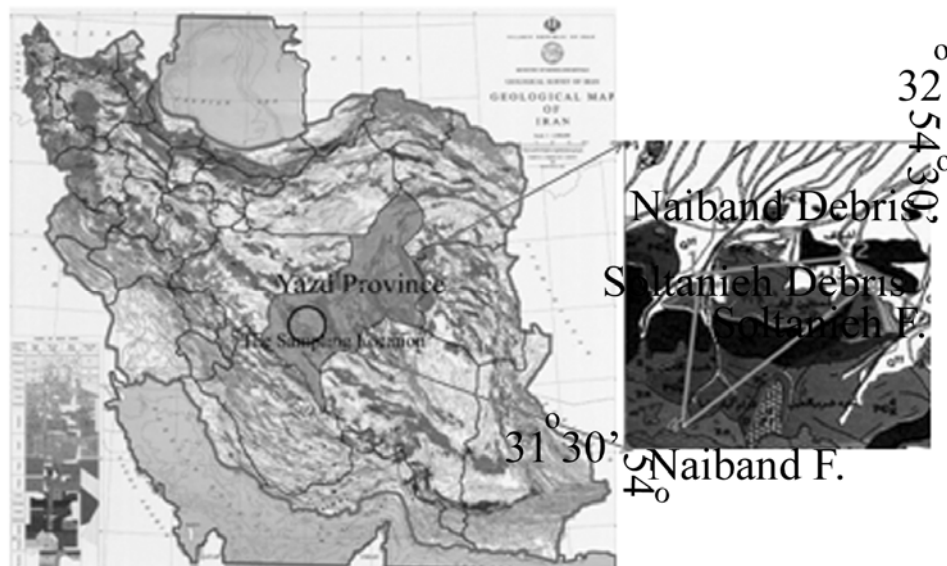


Figure. Map of Geology of Iran (left) and sampling location (right).

Table 1. Some of soil physical and chemical properties in the studied region.

Table 1. Some of soil physical and chemical properties in the studied region.							
Horizon	Depth, cm	pH	EC, dS/m	O.M.	CaCO ₃ (lime)	CaSO ₄ ·2H ₂ O	Ca/Mg in lime
		1:5, soil &water		%			
Soil profile 1, on the Naiband debris's							
A	0–25	8.69	0.18	0.16	28.50	0.11	6.99
B	25–80	8.68	0.19	0.09	31.00	0.10	
B	80–110	8.48	0.52	0.06	29.50	0.09	
C _v	110–150	7.87	2.20	0.03	23.30	6.78	
Soil profile 2, on the Soltanieh formation							
AC	0–15	8.64	0.23	0.79	38.75	0.14	1.00
Soil profile 3, on the Soltanieh debris's							
AC	0–25	8.72	0.17	0.41	28.75	0.17	1.20
Soil Profile 4, on the Naiband formation							
A	0–15	8.45	0.22	0.66	21.75	0.20	7.02
B _{k1}	15–45	8.62	0.15	0.47	28.50	0.15	
B _{k2}	45–95	8.29	0.43	0.25	35.75	0.10	
C _k	95–150	8.83	0.18	0.13	38.75	0.13	

Many ground waters in the study area approach equilibrium with respect to the more soluble dolomite and are moderately supersaturated with respect to calcite. The continent-scale weathering budget reveals the significance of the Northern Hemisphere (NH) to globally integrated riverine fluxes of Ca²⁺, Mg²⁺, and HCO₃⁻. The NH contributes 70 % of the global HCO₃⁻ flux while only 54 % of the riverine discharge. Michigan watersheds are established a top carbonate-bearing glacial drift deposits derived from erosion of Paleozoic strata with thick soil horizons (100–300 cm). Slovenia watersheds drain Mesozoic bedrock carbonates in alpine and di-

naric karsts environments with thin soil horizons (0–70 cm). Importantly, Michigan riverine discharge is one-tenth of Slovenian rivers, providing the opportunity to evaluate the kinetics of carbonate mineral equilibration. The study rivers are $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+} - \text{Mg}^{2+}$ waters, supersaturated for calcite at $p\text{CO}_2$ values in excess of the atmosphere. As discharge varies, HCO_3^- concentrations differ by less than 20 % for any location, and $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$ remains relatively fixed for Michigan (0.5) and Slovenia streams (0.4), requiring that dolomite dissolution exceed calcite on a mole basis[8].

Table 2. Contents of soluble ions in the studied soils.

Horizon	Depth, cm	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ / (Ca ²⁺ + Mg ²⁺)	Ca ²⁺ / Mg ²⁺
		Ions, meq/l, 1:5 soil and water extractions								
Soil profile 1, on the Naiband debris's										
A	0–25	4.00	0.19	2.00	0.06	0.46	1.20	0.80	0.23	1.50
B	25–80	6.00	0.35	2.20	0.03	0.82	1.20	1.20	0.34	3.53
B	80–110	8.00	0.23	2.00	0.46	1.48	4.40	2.00	0.23	2.2
C _v	110–150	6.00	11.90	2.40	0.08	0.51	5.20	27.20	0.02	0.19
Soil profile 2, on the Soltanieh formation										
AC	0–15	2.00	0.43	–	0.65	0.21	1.20	1.60	0.23	0.75
Soil profile 3, on the Soltanieh debris's										
AC	0–25	6.00	0.25	–	0.43	0.14	1.20	0.40	0.27	3.00
Soil Profile 4, on the Naiband formation										
A	0–15	6.00	0.17	1.65	0.33	0.45	1.20	0.40	0.28	3.00
B _{k1}	15–45	6.00	0.16	2.45	0.08	0.26	2.00	0.80	0.09	2.50
B _{k2}	45–95	12.00	0.20	3.40	0.07	0.43	3.20	0.20	0.08	1.90
C _k	95–150	6.00	0.08	3.85	0.07	0.51	4.40	0.80	0.09	5.50

The ability of calcite and dolomite dissolution to keep pace with increased discharge indicates carbonate weathering is limited only by water flux and temperature-dependent solubility in these watersheds. Carbonate weathering intensity in Michigan and Slovenia exceeds the world average by factors between 2 and 20, and dolomite weathering intensity, estimated from riverine Mg^{2+} fluxes, exceeds the world average by factors between 2 and 15. Thus global fluxes of carbonate-related weathering products appear heavily skewed toward carbonate-bearing environments at higher latitudes with relatively low mean annual temperatures and high discharge. The alteration of marble and limestone surfaces of the façade of Reggio Emilia Cathedral has been studied [6]. The impact of air pollution seems to prevail over natural weathering mechanisms, including biological processes. Sulphation ($\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) is the most widespread and important feature of the damage. It is possible that the clay minerals, with their high cation exchange capacity, may be of some importance in facilitating chemical reactions occurring in the system. The HCO_3^- concentration and $p\text{CO}_2$ values increase as soil thickness and alluvium increase for discrete spring samples, which are near equilibrium with respect to calcite. Typically, this results in approximately 1.5 meq/l increase in HCO_3^- from the alpine to the dinaric karsts regions. Streams in general do not change in HCO_3^- , $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$, or $\text{Mg}^{2+}/\text{HCO}_3^-$ concentrations down course, but warming and degassing of CO_2 produce high degrees of super saturation with respect to calcite. Carbonate-weathering intensity ($\text{mmol}/\text{km}^2\text{-s}$) is highest within the alpine regions where stream discharge values range widely to extreme values during spring snowmelt. Overall, the elemental fluxes of HCO_3^- , Ca^{2+} , and Mg^{2+} from the tributary watersheds are proportional to the total water flux because carbonates dissolve rapidly to near equilibrium. Importantly, dolomite weathers preferentially over calcite except for pure limestone catchments [9].

OBJECTS AND METHODS

The case study located in the interval of $31^\circ 30' - 32^\circ 00'$ northern latitude and $54^\circ - 54^\circ 30'$ eastern longitude on the watersheds of the province of Yazd in Central Iran. The major geomorphologic units and features in these watersheds are mountains, pediments, salty playas and sand

dunes. The mean precipitation in the studied area varies from a minimum of 60 mm in low lands to a maximum of 350 mm in mountains. Sampling from soils and the related geological formation were done according geological map of Yazd with scale of 1:100000. Soil profiles from formations and debris of Nayband and Soltanieh were selected. Routine experiments were performed on the samples of soil and water.

RESULTS AND DISCUSSION

Nayband formation consists of black shale, sandstone, quartzite, limestone, dolomite, and red sandstone and conglomerate, which is associated with the Triassic period of the Mesozoic era. It is the oldest litho stratigraphy unit of Shemshak Central Iranian group, which was the first time identified Douglas in 1929 [10], as Nayband. Soltanieh formation consists of dolomite and silica of the Paleozoic era. In profile 1, calcium ions being deposited as secondary limestone in the horizon, Bk, and in the subsurface, magnesium and gypsum have increased. The total percentage of lime from a minimum amount of 21.75 % in the surface horizons Nayband to a maximum amount 37.75 % in the surface horizons Soltanieh have changed. Soils in the Soltanieh formations are classified as Lithic Torriorthents (profiles 1 and 3) and soils on Naiband are classified as Petronodic Xeric Haplocalcids (profiles 2 and 4) and Petronodic Calcigypsid. The second subgroup Naiband soil to be formed on the lowlands Naiband debris, where the depth of the horizon gypsic is shallower.

CONCLUSION

The products of weathering of Naiband parent materials are secondary calcite and soluble of magnesium components. As a result, were formed more evolution soils on Naiband. Conventional weathering of Soltanieh parent materials is low and their weathering products are not stable in soil environment then result in poor evolution soils on Soltanieh.

REFERENCES

1. *Baker, Paul A.* (2007). Dolomite rock. In: McGraw Hill Encyclopedia of Science & Technology. 10th Edition. McGraw-Hill. Volume 5. 654–655.
2. *Jackson, J.A.* (1997). Glossary of Geology , 4th Edition. American Geological Institute.
3. *Lucia, F. Jerry* (2004). Origin and petrophysics of dolostone pore space Geological Society, London, Special Publications DOI: 10.1144/GSL.SP.2004.235.01.06.
4. *Machel, Hans G.* (2004). Dolomites. In: Encyclopedia of Geology, Five Volume Set (Ed. Selley, R. C., Cocks, R. & Plimer, I). Academic Press. 654–655.
5. *Machel, Hans G.* (2003). Dolomites and dolomitization. In: Encyclopedia of Sediments & Sedimentary Rocks (Ed. Middleton, V.). Springer. 234–241.
6. *Monte, Marco Del.* 1986. Science of The Total Environment, Chemical and biological weathering of an historical building: Reggio Emilia Cathedral, Istituto Geologia, and Università de Bologna, Italy. Volume 50, P: 165–182.
7. *Szramek, Kathryn, Jennifer C. McIntosh, Erika L. Williams, Tjasa Kanduc and Nives Ogrinc.* 2007. Relative weathering intensity of calcite versus dolomite in carbonate-bearing temperate zone watersheds, Article first published online: 10 APR 2007, <http://onlinelibrary.wiley.com>.
8. *Szramek, Kathryn, Lynn M. Walter, Tjaša Kanduč and Nives Ogrinc.* 2011. Dolomite Versus Calcite Weathering in Hydrogeochemically Diverse Watersheds Established on Bedded Carbonates (Sava and Soča Rivers, Slovenia) in Aquatic Geochemistry, Volume 17, P: 357–396.
9. *Williams†1, Erika L., Kathryn J. Szramek, Lixin Jin, Timothy C.W. Ku and Lynn M. Walter,* 2013. The carbonate system geochemistry of shallow groundwater–surface water systems in temperate glaciated watersheds (Michigan, USA): Significance of open-system dolomite weathering, in <http://gsabulletin.gsapubs.org/content/119/5-6/515.abstract>.
10. www.gsi.ir/Iran_Geology/Main/Lang_fa/.../Stratigraphy.html

РЕАКЦИЯ РАСТЕНИЙ НА СУКЦЕССИОННУЮ ДИНАМИКУ ПОЧВЕННЫХ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ

О.А. Андреева

Факультет почвоведения Московского Государственного Университета им.
М.В. Ломоносова

Определены структурные и функциональные изменения в почвенном микробном сообществе в сукцессиях, инициированных простым увлажнением и увлажнением с внесением легкодоступных источников углерода и азота. С помощью фитотестирования установлено влияние сукцессионного фактора на растения с наличием эффекта «переключения», когда отрицательный знак (ингибирование в «молодой» системе) меняется на противоположный («зрелая» микробная система).

ВВЕДЕНИЕ

В проблеме реабилитации почв помимо других подходов важное место должны занимать приемы почвенной биотехнологии, включая управление желательными и нежелательными микроорганизмами *in situ* в задачах биоремедиации для восстановления нарушенного почвенного потенциала. Для этого необходимо учитывать не только гетерогенность, но и гетерохронность почвы как природного местообитания микроорганизмов. Динамика почвенного микробного сообщества, как известно, подчиняется определенным закономерностям, которые в ходе сукцессий описываются как адаптивный цикл. При этом в зависимости от условий допускается как восстановление основных характеристик, так и разрушение системы с переходом в новое состояние. Можно выделить четыре основные фазы динамической системы. Это фаза быстрого роста и активного использования ресурсов среда (молодая ненасыщенная система с развитием относительных г-стратегов), фаза климакса с преобладанием К-стратегов, фаза коллапса после деструктивного воздействия и фаза обновления [1, 5]. Причем последние две фазы на настоящий момент остаются недостаточно изученными. Сукцессионные изменения в почвенном микробном сообществе могут повлиять на развитие растений, что представляется актуальным при фиторемедиации, биоаугментации (внесение целевых микробных препаратов, включая микробные удобрения).

В настоящей работе исследованы микробные комплексы, полученные в результате модельных сукцессий. Рассматривались три этапа сукцессии («молодая», «промежуточная», «зрелая» микробная система) с отбором образцов на 3, 7 и 14 сутки соответственно.

Получена информация о динамике структурных (прямые количественные учеты) и функциональных (эстеразная активность, мультиреспирометрическое тестирование и др.) показателей состояния микробных сообществ.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В качестве объекта исследования был взят образец чернозема мощного глубококарбонатного тяжелосуглинистого на лессовидном суглинке (Белгородская обл., горизонт А). Почва была высушена до воздушно-сухого состояния. В исследуемой почве были запущены сукцессии, инициированные внесением легкодоступных источников углерода и азота (глюкоза и нитрат натрия) и простым увлажнением (контрольный вариант). Концентрации глюкозы и нитрата натрия определены нами ранее в ходе отдельного эксперимента по оптимизации условий для развития актиномицетов (фактор супрессивности почв) *in situ* на основе математического планирования эксперимента.

Для определения показателя общей «активной» биомассы по гидролизу диацетата флуоресцеина (ФДА) использовался раствор диацетата флуоресцеина в ацетоне (3',6' – флуоресцеина диацетат) с концентрацией 2 г/л. Навески почвы (1 г) переносили в про-

бирки, затем в каждую пробирку добавляли 0.1 мл раствора ФДА и 10 мл фосфатного буфера Серенсена (pH = 7.6). После кратковременного встряхивания (вортекс, 5 мин) пробирки инкубировали в термостате при 28 °С. Через 2 часа инкубации пробирки центрифугировали для удаления почвенного материала (центрифуга СМ-6М, 3500 об/мин, 10 мин). Полученный супернатант переливали в сухие пробирки и затем измеряли оптическую плотность при длине волны 490 нм. Раствором сравнения служит надосадочная жидкость, полученная в ходе холостого опыта [7].

Функциональный потенциал исследуемых сообществ микроорганизмов определяли с помощью мультиреспирометрического тестирования (МРТ) для глюкозы, манита и тренина (2, 1, 0.5 и 0.25 % соответственно). В каждую ячейку микробиологического планшета 4×6 вносили почву (0.5 г) и раствор с субстратом (0.5 мл). Через 12 часов определяли уровень активности (дыхание) в ячейках по изменению цвета индикаторного геля с помощью программы Image J. В гелевой индикаторной тест-системе использовался 1 % агаровый гель с бромкрезоловым пурпурным ($C_{21}H_{16}Br_2O_5S$), разведенном в фосфатном буферном растворе (20 мкг/мл), с добавлением хлористого калия (9.4 мг/мл) и бикарбоната натрия (0.34 мг/мл).

Оценка разнообразия и численности метаболически активных представителей отдельных филогенетических групп микроорганизмов рассматриваемых комплексов исследовали с помощью метода *in situ* гибридизации с рРНК-специфичными флуоресцентно-мечеными олиго-нуклеотидными зондами (FISH – fluorescent in situ hybridization). В настоящей работе был применен спектр зондов, специфичных для представителей отдельных филогенетических групп *Bacteria*. Методика включала следующие этапы:

1. почвенную суспензию (1:10) обрабатывали ультразвуком (2 мин, сила тока 0.40 А, частота 22 кГц). Клетки микроорганизмов отделяли от крупных частичек почвы 3-кратным центрифугированием при 1000 g в течение 10 мин. Полученную суспензию центрифугировали при 10000 g в течение 5 мин для осаждения клеток микроорганизмов;

2. полученный осадок фиксировали с использованием параформальдегида в качестве фиксирующего агента: осадок ресуспендировали в 0.5 мл фосфатного буфера (NaCl – 8.0 г, KCl – 0.2 г, Na_2HPO_4 – 1.44 г, NaH_2PO_4 – 0.2 г, H_2O – 1 л, pH 7.0), добавляли 1.5 мл 4 % раствора параформальдегида в фосфатном буфере и инкубировали при комнатной температуре на качалке в течение 1.5 ч. Фиксированный материал собирали центрифугированием (10000 g в течение 5 мин), промывали два раза фосфатным буфером, ресуспендировали в смеси этанола и фосфатного буфера (1:1) и до анализа хранили при –20 °С;

3. 1 мкл суспензии фиксированного образца наносили на предметные стекла для гибридизации с окошками, разделенными тефлоновым покрытием. Для гибридизации использовали набор рРНК-специфичных олигонуклеотидных зондов, с целью детекции представителей отдельных филогенетических групп в пределах домена *Bacteria*. Синтез зондов, меченных флуоресцентным красителем Cy₃, осуществлялся компанией «Синтол» (Москва, Россия). Гибридизацию препаратов с флуоресцентно мечеными зондами проводили в соответствии с методикой Amann (1995) при температуре 46°С [6]. Препараты анализировали с использованием люминесцентного микроскопа ZEISS Mikroskop Axioskop 2 plus (Германия) со светофильтрами Filter set 15. Численность целевых групп микроорганизмов в образцах определяли путем учета количества гибридизованных с зондами клеток в 50 полях зрения микроскопа на одной ячейке, с последующим расчетом численности соответствующих популяций на 1 г почвы по формуле:

$$N = S1 \cdot a \cdot n / v \cdot S2 \cdot c,$$

где N – число клеток (длина мицелия, мкм) на 1 г почвы; $S1$ – площадь препарата, $мкм^2$; a – количество клеток (длина мицелия, мкм) в одном поле зрения (усреднение производилось по всем препаратам); n – показатель разведения почвенной суспензии, мл; v – объем капли, наносимой на стекло, мл; $S2$ – площадь полей зрения микроскопа, $мкм^2$; c – навеска почвы, г [3].

В качестве тест-объектов для фитотестирования использовались семена пшеницы (р. *Triticum*) и семена кресс-салата (*Lepidium sativum*). В чашки Петри на фильтровальную бумагу помещалось 20 семян пшеницы и 8 мл почвенной суспензии исследуемого микробного сообщества различных концентраций. Тестирование с кресс-салатом проводилось в специальных планшетах: на фильтровальную бумагу помещали 15 семян и 8 мл исследуемой суспензии. Для получения суспензии 4 гр. исследуемой модельной почвы заливали 40 мл воды и встряхивали на вортексе в течении 5 мин. Растения инкубировались в термостате при температуре 28 °С в течении 3 суток. Для оценки действия микробных препаратов использовали следующие показатели: длина побега, длина корня, энергия прорастания, а также индекс I с расчетом по формуле:

$$I = (R+P) \cdot D,$$

где R и P – суммарные значения длин и проростков соответственно, см; D – доля проросших семян. В ходе экспериментов установлено, что в большинстве случаев достаточную информацию можно получить при сравнении значений интегрального индекса I в опыте и контроле.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Показатель общей «активной» биомассы по гидролизу ФДА на третьи сутки микробной сукцессии увеличивается в 2 раза по сравнению с контрольным вариантом (0.086 и 0.044 мкмоль флюоресцеина/г·ч соответственно), а к 14 суткам варианты различаются уже в 3 раза (0.086 и 0.243 мкмоль флюоресцеина/г·ч). Скорость реакции гидролиза ФДА является показателем общей активной биомассы и представляет определенный интерес при оценке плодородия почв. Индекс гидролиза ФДА закономерно увеличивается во времени и достигает максимального значения на 14 сутки. Из всех препаратов наибольший индекс гидролиза ФДА отмечается у 14-суточного препарата, иницированного глюкозой и нитратом натрия.

Спектры потребления субстратов (МРТ) позволяют составить представление о функциональном потенциале микробных сообществ исследуемых препаратов. Эти особенности выявляются на радарной диаграмме (рис.). Трофическая ниша расширяется со временем (переход к климаксному сообществу). Микробное сообщество на 3 сутки сукцессии принципиально отличается от такового на более поздних сукцессионных этапах, что связано с переходом от г- к К-стратегии.

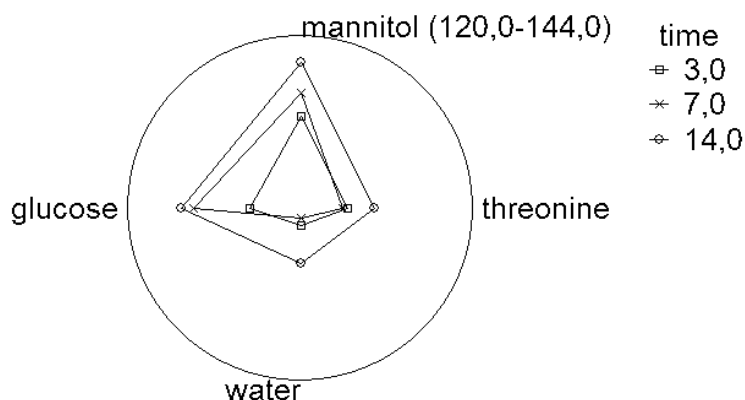


Рисунок. Радарная диаграмма потребления субстратов (трофические ниши микробных комплексов).

Общая численность метаболически активных клеток бактерий (FISH) возрастает на третьи сутки (2.3 и 3.7 млрд клеток/г почвы для контрольной сукцессии и сукцессии с внесением глюкозы и нитрата натрия соответственно), но уже на 7 сутки этот показатель не отличается от исходного (1.2–1.3 млрд кл/г). Определение численности отдельных филогенетических групп бактерий показало, что на ранних этапах сукцессии основной до-

минирующей группой являются *Acidobacteria*, это функционально очень разнородная группа, в которой преобладают так называемые некультивируемые формы бактерий, а также *Planctomycetales*. На последующих стадиях сукцессии доминантом становится группа *Alphaproteobacteria*. В класс *Alphaproteobacteria* включено большое количество фототрофов, также он включает симбионтов эукариот (например, *Rhizobium* и *Agrobacterium*). Различия в структуре сообществ в разных вариантах на 3 сутки проявляются не столь отчетливо по сравнению с более поздними этапами сукцессии. В частности, к 7 суткам в контрольной сукцессии группы *Acidobacteria* и *Verucomicrobia* по-прежнему доминируют, но в варианте с внесением легкодоступных источников углерода и азота доля существенно сокращается относительное содержание *Verucomicrobia* и на первый план выходит группа *Alphaproteobacteria* (38 %).

Методом фитотестирования на двух тест-объектах (кресс-салате (*Lepidium sativum*) и пшенице (р. *Triticum*)) оценивалось влияние полученных микробных комплексов на растения.

Трехфакторный дисперсионный анализ (вариант инициации сукцессии; время и разведение препарата) показал, что для пшеницы наиболее значимым фактором оказалось время ($p = 0.0001$). Трехсуточный препарат обладает ингибирующим действием, в то время как 7- и 14-суточные препараты по своему влиянию между собой достоверно не различаются и характеризуются выраженным положительным эффектом. Можно предположить, что характеристики микробных сообществ с обилием относительных г-стратегов не способствуют развитию растений на ранних этапах. Существенным является также фактор разведения, причем в ряде случаев в зависимости от разведения изменяется знак эффекта.

Для кресс-салата наиболее значимым оказался фактор разведения. Максимальные положительные эффекты в этом случае отмечены для более концентрированных препаратов. Для фактора времени характерны закономерности, выявленные на пшенице, а именно: положительный и ингибирующий эффекты для 7 и 3 суточных препаратов соответственно. Отметим, что препарат с инициацией сукцессии азотом и углеродом в случае с кресс-салатом обеспечил максимальный стимулирующий эффект. Кроме того, в отличие от пшеницы для кресс-салата максимальные положительные эффекты регистрируются в вариантах с более концентрированными препаратами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В тестах *in vitro* установлены сукцессионные характеристики, обеспечивающие положительные и отрицательные эффекты воздействия естественных микробных сообществ на растения. Эффект активации по-разному проявляется у различных растений. Таким образом, нами было доказано достоверное влияние сукцессионного фактора на растения: микробные препараты из «молодой» системы ингибируют развитие растений, а препараты, полученные на 7 и 14 сутки сукцессии, характеризуются выраженным положительным эффектом. Поэтому в задачах восстановления качества почв необходимо учитывать и использовать для оптимизации микробный фактор.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кожевин П.А. Микробные популяции в природе. М.: МГУ, 1989. 175 с.
2. Красильников Н.А. Микроорганизмы почвы и высшие растения. – М.: Изд-во Академии Наук СССР, 1958. – 462 с.
3. Манучарова Н.А., Власенко А.Н., Менько Е.В., Звягинцев Д.Г. Специфика хитинолитического микробного комплекса в почвах, инкубируемых при различных температурах. Микробиология. 2011. Т.80. №2. с. 219–229.
4. Тихонович И.А., Проворов Н.А. Кооперация растений и микроорганизмов: новые подходы к конструированию экологически устойчивых агроэкосистем// Успехи современной биологии, 2007, т. 127, №4, с. 339–357.

5. *Экология микроорганизмов* / А. И. Нетрусов, Е. А. Бонч-Осмоловская, В. М. Горленко и др.; Под. ред. А. И. Нетрусова. — М.: Издательский центр «Академия», 2004.
6. *Amann R.I., Krunholz L., Stahl D.A.* Fluorescent-oligonucleotide probing of whole cells for determinative, phylogenetic, and environmental studies in microbiology / *J. Bacteriol.* 1990. V. 172. P. 762–770.
7. *V.S. Green et al.* Assay for fluorescein diacetate hydrolytic activity: Optimization for soil sam-ples // *Soil Biology & Biochemistry* 38 (2006) 693–701.
8. *M. Komatsuzaki, H. Ohta.* Soil management practices for sustainable agro-ecosystems // *Sustain Sci.* – 2007. – V. 2. – p. 103–120.

Работа рекомендована д.б.н., академиком Российской Экологической Академии П.А. Кожевиным.

УДК 631.43

КРАЕВОЙ УГОЛ СМАЧИВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ ЧЕРНОЗЕМОВ ТИПИЧНЫХ

Г.С. Быкова

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Цель работы – изучение лиофильности поверхности твердой фазы почв путем непосредственного измерения краевого угла смачивания двумя методами: методом сидячей капли и методом подъема капиллярной каймы. И использованные методы дали различные результаты, связанные со спецификой исследуемого объекта. Однако они позволили проследить основные тенденции – увеличение гидрофильности твердой фазы черноземов типичных (Курская обл.) с глубиной и с ростом содержания карбонатов.

ВВЕДЕНИЕ

Поведение воды в поровом пространстве во многом определяется свойствами поверхности твердой фазы почв, а именно ее гидрофильностью или гидрофобностью, характеристикой которых служит краевой угол смачивания почв (КУС), который определяется как угол между твердой поверхностью и касательной, проведенной от точки соприкосновения трех фаз (твердой, жидкой и газообразной). Определение КУС – актуальное и перспективное направление исследований современного почвоведения, дающее новую дополнительную информацию о механизмах физических и химических процессах в почвах.

Если силы адгезии между почвой и водой будут больше, чем силы когезии внутри воды, и больше, чем силы притяжения между воздухом и почвой, то КУС будет небольшим, и вода будет смачивать почву. В случае, когда силы адгезии (вода-почва) будут больше сил когезии (вода-вода) и больше сил адгезии (почва-воздух), мы будем наблюдать несмачивание поверхности (Lal, 2004).

Гидрофильность тесно связана с краевым углом, который, в свою очередь, зависит от свободной поверхностной энергии твердой фазы и поверхностного натяжения почвенного раствора и является ее мерой измерения. Если почва гидрофобна, то вода образует шарообразные капли на поверхности минералов. Краевой угол от 0° до 90° соответствует гидрофильной почве, тот, что больше – гидрофобной. Почвы, где частицы полностью покрыты гидрофобными пленками, отталкивают воду. Все естественные почвы имеют тенденцию к смачиванию водой из-за сильного притяжения между водой и почвенными частицами, однако, в ряде случаев, почвам характерны значения краевого угла от 0° до 140° (Bachmann, 2003).

Измерение краевого угла состоит в прямом измерении краевого угла смачивания капли жидкости, помещенной на горизонтальную твердую поверхность (для так называе-

мой «сидячей» капли). В основе измерения КУ лежит следующая принципиальная схема: капля жидкости, помещенная на исследуемую твердую горизонтальную поверхность, располагается перед источником света, каплю проектируют на экран, увеличив в несколько раз, затем полученный контур капли фотографируют, проводят касательную из точки раздела трех фаз и измеряют краевой угол. Погрешность такого определения может составлять 3–5°. Современные технические средства позволяют получать высококачественные фотографии самой капли, а не ее проекции, и записывать изображение поведения капли на пластине с целью дальнейшего измерения краевого угла с помощью соответствующих компьютерных программ.

Величины, связанные с процессом смачивания – это скорость, с которой жидкость впитывается в образец, давление на границе жидкость – газ в слое образца, препятствующее дальнейшему проникновению жидкости в этот слой, высота подъема жидкости в слое образца. Идеальным было бы и измерить поверхностную энергию твердого тела, но в случае почвы это сделать напрямую невозможно, ввиду шероховатой поверхности. В этом случае используют косвенные методы, которые включают в себя измерение скорости всасывания капли воды в образец (water drop penetration time test – WDPTT) (Leelamane, 2010) или метод молярности этаноловых капель (molarity of ethanol droplet method – MED-method), когда, изменяя концентрации этанола в используемом для «посадки» капель на образец, выбирают именно ту, которая соответствует впитыванию капли за 5 секунд (это время соответствует краевому углу в 90°). Далее, зная эту концентрацию этанола, а, следовательно, и поверхностное натяжение жидкости, а также краевой угол, можно рассчитать поверхностную энергию твердого тела (Bachmann, 2003).

Методы, оценивающие скорость пропитки пористого вещества определенной жидкостью, такие, например, как метод капиллярного поднятия (capillary rise method) также используются для определения краевых углов смачивания почвы, но следует учитывать, что если краевой угол будет больше 90°, то жидкость не будет подниматься по капиллярам. Таким образом, мы видим, что на подобные методы накладывается ограничение, связанное с возможностью проводить измерения только на гидрофильных поверхностях, если в качестве исследуемой жидкости используется вода.

Распределение и доступность воды, а, следовательно, и растворенных в ней соединений и воздуха в пределах почвенной матрицы, равно как и пространственное расположение всех трех фаз – жидкой, твердой и газообразной – не только обеспечивает растения всеми необходимыми для их жизнедеятельности веществами, но и определяет то, насколько большой будет площадь контакта между органическим веществом почвы и микроорганизмами или, возможно, будет происходить «отталкивание» гидрофобной твердой фазой воды, следовательно, у биоты не будет возможности «подойти» к органическому веществу. Можно сказать, что содержание и состав глинистых минералов и органического вещества детерминирует физико-химические свойства почв, включая возможность жидкости смачивать твердую фазу. Межфазные свойства минералов могут быть изменены путем адсорбции органического вещества, причем даже в самом малом его количестве. Так, сорбция даже микроскопических количеств органического вещества может существенно повлиять на свойства минеральной части, на поверхностную энергию или смачивание, что повлечет за собой изменение количества воды по сравнению с ненасыщенной почвой. Процессы заполнения пор водой, транспорт растворенных в ней соединений и катионный обмен также детерминированы гидрофильностью или гидрофобностью почвы.

В работе (Woché, 2005) высказано предположение, что специфические водоотталкивающие органические компоненты, находясь во внутриагрегатном пространстве, могут повышать агрегативную устойчивость. Кроме того, такое расположение гидрофобных органических соединений оказывает определенное влияние на впитывание воды агрегатами (Артемьева, 2010). Но гидрофобные компоненты здесь также могут играть решающую роль, не подпуская воду к поверхности почвенных частиц, тем самым, влияя на диффузию растворов в поровом пространстве. По сравнению с гидрофильными поверхностями,

гидрофобные имеют меньшую толщину водных пленок на их поверхности (270 и 30–80 нм соответственно), что не может не сказаться на диффузии растворов и коллоидов между водными менисками. Таким образом, мы видим, что многие биологические, физические и химические процессы в почвах определяются пространственным распределением водных пленок и менисков.

Пленки органического вещества на поверхности минеральных частиц могут существенно изменять такие свойства почв как смачиваемость и несмачиваемость водой, существует связь между содержанием органического углерода и краевым углом (Bachmann, 2008; Woche, 2005): линейная – между краевым углом и содержанием органического углерода, при его концентрации более 2 %, а при меньших значениях – сильная вариабельность значений краевого угла от 0° до практически 90°.

Органическое вещество (ОВ) почвы можно представить сложным из гидрофобного углеродного скелета и различных функциональных групп. Именно с пространственной организацией таких органических молекул связывают получение широкого диапазона значений краевого угла при малых концентрациях органического вещества. При низком содержании ОВ все гидрофильные группы молекул направлены к активным центрам минеральной поверхности. По мере заполнения органическим веществом гидрофильной минеральной поверхности, ее гидрофобность возрастает. С ростом содержания молекул органического вещества создается плотный мономолекулярный слой, где большинство гидрофобных зон молекул ориентированы наружу и «плоская» ориентация меняется на «вертикальную», в результате снова происходит увеличение смачиваемости поверхности. При дальнейшем увеличении концентрации ОВ, внешняя поверхность отдельного «молекулярного слоя» может взаимодействовать отдельными молекулами органического вещества, формируя второй молекулярный слой. Внешняя поверхность снова становится гидрофобной (Bachmann, 2008).

В зависимости от условий формирования ОВ обретает различные свойства. Так в зонах анаэробного разложения, где преобладает соответствующая микрофлора, образуется гидрофильное ОВ, которое способствует образованию устойчивых агрегатов. В аэробных же условиях образуется гидрофильное органическое вещество (Милановский, 2009). Скорее всего, именно эта гидрофильность и будет определять передвижение ОВ с почвенным раствором, в частности и по преимущественным потокам.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования послужили два профиля типичного чернозема с территории Центрально-Черноземного государственного биосферного заповедника им. проф. В.В. Алехина под целинной разнотравно-луговой степи. В профиле разреза 350 глубже 90 см присутствуют карбонаты. В профиле разреза 4, расположенного в 20 метрах от разреза 350, карбонаты отсутствуют. Средние пробы отбирались из глубин 10–20 см, 40–50 см, 70–80 см, 100–110 см и 120–130 см. Образцы в воздушно-сухом состоянии просеивались через сито 0.25 мм.

Метод подъема капиллярной каймы

Определение КУС методом подъема капиллярной каймы проводилось на экспериментальной установке, рекомендованной в работе (Leelamanie, 2008). Краевой угол связан с приростом массы жидкости в колонки по закону:

$$m^2 = C \frac{\rho^2 \gamma_L \cos \theta}{\eta} t,$$

где C – геометрический фактор, m^5 , ρ – плотность жидкости, $kg\ m^{-3}$, η – вязкость жидкости, $mPa\ s$, θ – краевой угол, γ_L – поверхностное натяжение жидкости на границе с воздухом, $mN\ m^{-1}$. Множитель C должен быть вычислен независимо с использованием раствора, например, октана, который полностью смачивает почву ($\theta = 0$, $\cos \theta = 1$).

Из просеянной воздушно-сухой почвы отбирались навески 5 г и помещались в стеклянные колонки с пористым основанием (внутренний диаметр 1.5 см, длина 10 см). С помощью постукиваний (30 падений с высоты 4–5 см) мы добивались оптимальной и максимально одинаковой для всех образцов упаковки частиц внутри колонок. Далее колонки подвешивались к электронным аналитическим весам, подсоединенным к компьютеру. Тестируемая жидкость подводилась к фильтру колонки и, начиная с момента их соприкосновения, каждую секунду регистрировалось увеличение веса колонки, за счет впитывания жидкости. Повторность двукратная, тестируемые жидкости вода и н-октан.

Метод «сидячей» капли

Определение КУС проведено на таблетках из спрессованной почвы и почвы, нанесенной на скотч (Зимон, 1974; Bachmann et al., 2003): навески массой 0.3 г, 0.2 г и 0.1 г помещали в пресс-форму и прессовали при помощи ручного гидравлического пресса при давлении 150 атм. в течение 3 мин; на предметное стекло наклеивали двустороннюю клейкую ленту (квадрат размером 1.5×1.5 см), наносили на нее ровным тонким слоем просеянную почву, на 10 секунд помещали сверху груз массой 100 г, излишки почвы аккуратно удаляли, процедуру проводили дважды.

Измерение КУС производилось с помощью прибора Drop Shape Analysis System DSA100 (KRUSS, Германия). В качестве тестируемой жидкости использовалась вода, подаваемая на поверхность подготовленных образцов каплями объемом 0.3 мл. Прибор регистрировал изображение с момента подачи капли на поверхность и ее дальнейшее впитывание. С помощью соответствующей компьютерной программы проводилась базовая линия на месте границы твердой и жидкой фазы, после чего программа автоматически рассчитывала КУС.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе работы проведен эксперимент по влиянию массы таблетки почвы на КУС, измеренный с помощью DSA100 (табл. 1). Установлено, что максимальный разброс данных наблюдается при использовании таблетки массой 0.1 г. При массах 0.2 и 0.3 г диапазон полученных значений и их средние близки между собой. Дальнейшие измерения производились на таблетках массой 0.3 г.

Таблица 1. Значения КУС (°) спрессованных образцов чернозема (разрез 4, A1₁, 10–20 см).

Масса навески, г	Повторность измерений											Среднее
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
0.10	62.95	63.05	75.35	68.4	71.60	49.00	69.80	76.95	76.85	62.65	51.10	66.20
0.20	75.65	56.30	83.35	83.65	78.80	72.15	60.60	76.65	67.50	67.05	71.25	72.10
0.30	72.65	74.40	75.1	69.3	69.00	72.15	65.95	61.35	71.45	76.70	75.30	71.20

Сравнение величин КУС, полученных на образцах с разной пробоподготовкой (таблетка почвы, клейкая лента) показало, что разница средних значений составляет 1–2°. При этом, результаты, полученные с образцами на двусторонней клейкой ленте, дают меньший диапазон значений краевых углов, возможно, ввиду менее выраженного, чем в случае таблеток, действия капиллярных сил.

Измерения КУС образцов чернозема по профилю исследуемых почв, показали диапазон краевых углов от 20° до 70°. Для обоих профилей мы видим общую тенденцию повышения гидрофильных свойств поверхности с глубиной, что, скорее всего, связано с уменьшением содержания органического вещества. В присутствии карбонатов, отмечено увеличение значений КУС в целом (рис. 1).

По данным (Drellich, 1995), Ca(CO)₃ имеет очень высокую поверхностную энергию (230 мДж/м²), а поверхностное натяжение воды составляет 72 мДж/м² что обеспечивает высокое смачивание карбонатов. Таким образом, возможно, именно смачиваемые частич-

ки гидрофильных карбонатов, покрывающие твердую фазу почвы, увеличивая ее поверхностную энергию, придает поверхности твердой фазы почвы более гидрофильные свойства (табл. 2).

Таблица 2. Содержание карбонатов (Афанасьева, 1966) и КУС (разрез 350).

Глубина, см	Контактный угол (°)		CO ₂ карбонатов, %
	SDM	CRM	
15	48.2	40.7	0.068
45	41.5	82.5	0.045
85	28.2	60.8	0.068
105	25.9	40.7	10.233
125	29.7	69.1	12.507

Примечание. SDM – метод сидячей капли. CRM – метод подъема капиллярной каймы.

Определение КУС методом подъема капиллярной каймы дает нестабильные и неподдающиеся логическому анализу результаты (рис. 2), о чем предупреждал в своей работе (Shang, 2008).

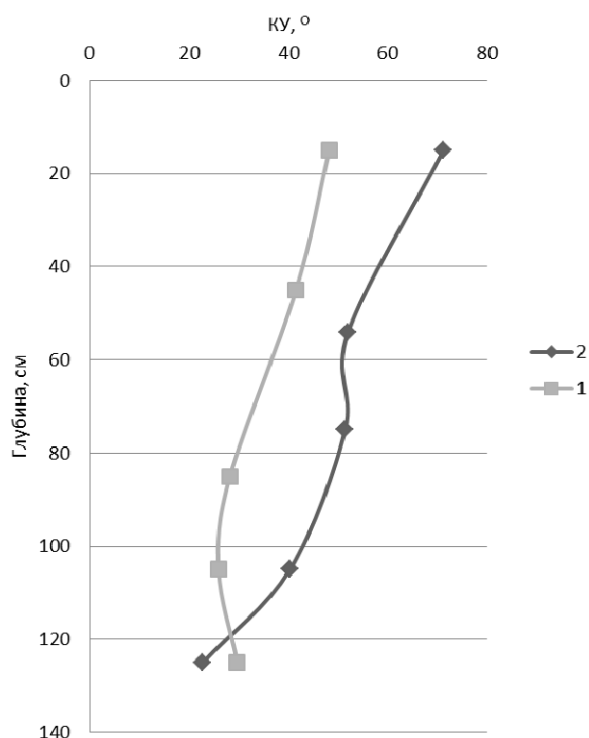


Рисунок 1. Распределение по профилю чернозема величины КУС (метод сидячей капли); разрез 350 (1), разрез 4 (2).

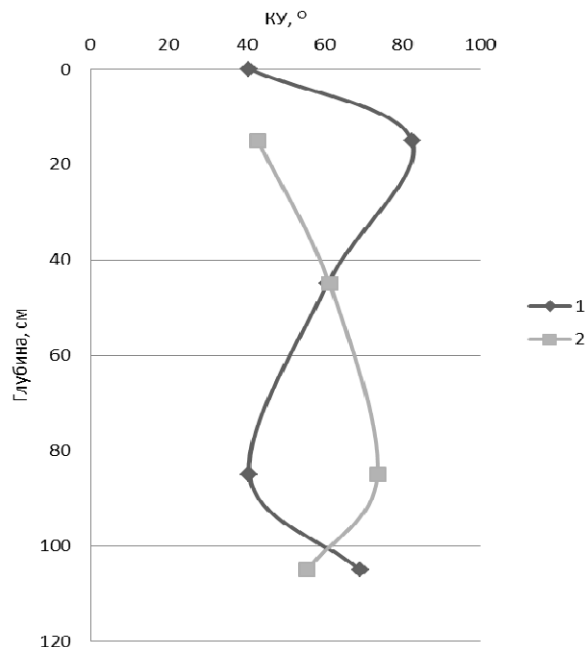


Рисунок 2. Распределение по профилю чернозема величины КУС (метод капиллярной каймы); разрез 350 (1), разрез 4 (2).

Если для измерений КУС использовать не почву, а стеклянные шарики того же диаметра, что и почвенные частицы, то на графике зависимости изменения массы колонки при поглощении жидкости от времени отчетливо выделяются три участка. На первой стадии, которая занимает очень короткий временной интервал, когда происходит контакт пористого фильтра основания колонки с жидкостью, наблюдается своеобразный удар или толчок, который влияет на измерения массы поглощенной жидкости и не позволяет проследить верную зависимость изменения массы поглощенной жидкости со временем. На второй стадии заполняется поровое пространство между частицами и наблюдается линейная зависимость прибавления массы от времени. На третьем этапе поры уже полностью заполнены жидкостью, и зависимость приобретает вид параллельной оси абсцисс прямой. Но если мы работаем с почвой, то на второй стадии заполняется межагрегатное

пространство и одновременно начинает заполняться внутриагрегатное, а на третьей – сначала заканчивает заполняться внутриагрегатное пространство и только потом постепенно полученная зависимость выходит на «прямой участок». В этом случае в результате набухания минералов и изменения диаметра пор нам очень сложно выделить прямолинейный участок на степенной кривой, поэтому и определенный таким образом краевой угол будет мало соответствовать действительности.

ВЫВОДЫ

Сравнение величин КУС, полученных на образцах с разной пробоподготовкой показало, что разница средних значений составляет 1–2°. Результаты, полученные на двусторонней клейкой ленте, дают меньший разброс значений КУС.

Максимальные значения КУС (50–70°) приурочены к гумусово-аккумулятивным горизонтам чернозема. Вниз по профилю значения КУС снижаются до 20–30°. Присутствие карбонатов в пробе вызывает снижение КУС твердой фазы почв.

Для получения достоверных и воспроизводимых результатов необходима дальнейшая методическая работа по стандартизации приемов подготовки образцов к анализу и режимам работы DSA100.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Артемьева З.С.* Органическое вещество и гранулометрическая система почвы М.: ГЕОС. 2010. 240 с.
2. *Афанасьева Е.А.* Черноземы Средне-Русской возвышенности. М.: Наука. 1966. 224 с.
3. *Зимон А.Д.* Адгезия жидкости и смачивание. М., Химия. 1974. 416 с.
4. *Милановский Е.Ю.* Гумусовые вещества почв как природные гидрофобно-гидрофильные соединения. М.: ГЕОС, 2009. 186 с.
5. *Bachmann J., Guggenberger G., Baumgartl T., Ellerbrock R. H., Urbanek E.* Physical carbon-sequestration mechanisms under special consideration of soil wettability // J. Plant Nutr. Soil Sci. 2008, Vol. 171, 14–26.
6. *Bachmann J., Goebel W.-O.* Extended methodology for determining wetting properties of porous media. // Water resources research, 2003, Vol. 39.
7. *Drelich J., M. J.* A critical review of wetting and adhesion phenomena in the preparation of polymer-mineral composites // Minerals and metallurgical processing, 1995, 197–204.
8. *Leelamanie D. A. L., Karube J., Yoshida A.* Relative humidity effects on contact angle and water drop penetration time of hydrophobized fine sand. // Soil science and plant nutrition, 2008, Vol. 54, 695–700.
9. *Leelamanie D. A. L., Karube J., Yoshida A.* Clay effects on the contact angle and water drop penetration time of model soils // Soil Science and Plant Nutrition, 2010, Vol 56, 371–375.
10. *Lal R., Shukla M. K.* Principles of soil physics. New York: Marcel Dekker, Inc. 2004. 682 с.
11. *Shang J., Flury M.* Comparison of different methods to measure contact angles of soil colloids // Journal of Colloid and Interface Science 328 (2008) 299–307
12. *Woche S. K., Goebel W.-O.* Contact angle of soils as affected by depth, texture, and // European Journal of Soil Science, 2005, Vol. 56, 239–251.

Работа рекомендована д.б.н., зав. кафедрой, проф. Е.В. Шеиным и д.б.н., в.н.с. Е.Ю. Милановским.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВ ПОДЗОЛИСТОГО РЯДА
НА РАЗЛИЧНЫХ ПОРОДАХ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ
(ПРАВОБЕРЕЖЬЕ РЕКИ ПИНЕГА, АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)

В.Ю. Вертянкина

Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова,
victoria_vert@mail.ru

В работе рассматриваются морфологические и химические свойства почв подзолистого ряда, формирующихся на различных почвообразующих породах. Выявлены особенности микроморфологического строения рассматриваемых почв. На основе полученных данных уточнено их классификационное положение.

ВВЕДЕНИЕ

Наибольший интерес в изучении почвенного покрова Государственного Природного заповедника «Пинежский», Архангельской области представляет его пестрота, которая связана с широким разнообразием почвообразующих пород, а также резко сменяющимися формами рельефа. Изучением почв данного региона занимались многие ученые [1, 2]. Однако вопросы генезиса и классификационное положение подзолистых почв исследуемой территории до сих пор вызывают дискуссии ряда ученых.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Государственный природный заповедник «Пинежский» расположен в Архангельской области на юго-востоке Беломорско – Кулойского плато, правобережье реки Пинега. Климат данной области гумидный умеренно – континентальный. Рельеф в целом имеет ледниковый генезис, большое влияние на его развитие оказали карст и эрозионные расчленения [1].

Материалы для исследований были собраны в составе экспедиций кафедры географии почв факультета почвоведения МГУ в течение двух полевых сезонов 2011–12 гг. в охранной зоне заповедника.

Нами было заложено две катены, пересекающие моренные гряды в условиях ледникового ландшафта. В обеих катенах почвы формируются на двучленных моренных отложениях (супесь, подстилаемая на 20–40 см суглинком).

Первая катена расположена недалеко от поселка Голубино в сосново – елово – березовом лесу. В верхней и нижней частях склона (р. 019; 019') были описаны подзолистые почвы с микропрофилем подзола. В профиле данных почв под подстилкой залегает ярко выраженный рыхлый, супесчаный подзолистый горизонт Е, рыже – бурый иллювиально – железистый горизонт ВF, ниже выделяется среднесуглинистый элювиальный горизонт ЕL серо – палевого цвета, горизонт ВТ неоднородно окрашенный, от легкого к среднему суглинка и горизонт ВС от среднесуглинистого к тяжелосуглинистому состава. В средней части склона формируется подзол литобарьерный (р. 019").

Трудности при описании почвенных разрезов были связаны с диагностикой элювиального горизонта, который в зависимости от расположения почв по рельефу может быть выражен фрагментарно, в виде морфонов.

Для обозначения горизонтов исследуемых почв в классификации почв России предложена следующая система:

О–ЕL [e-hf]–BEL–BT–C – подзолистая с микропрофилем подзола;

О–Е–BHF–De–D – подзол литобарьерный [4].

В своих исследованиях мы использовали форму записи горизонтов, предложенную С.В. Горячкиным О–Е–BF–BEL–BT–BC [1].

Вторая катена расположена на восточном берегу озера Сычево. В верхней и средней частях склона обнаружены подзолистые почвы с микропрофилем подзола (р.1 и р.3), в нижней части склона – торфяно – глеезем типичный (р.4). Кроме того, для дальнейшего исследования нами были выбраны два разреза подзолов иллювиально – железистых. Один из них заложен на вершине холма в сосново – еловом лесу с примесью березы на флювиогляциальных песках (р. 035), а второй на вершине холма в условиях ледниково – карстового рельефа на делювиальных отложениях (р. 039).

Из всех разрезов были отобраны образцы почв и в лабораторных условиях определены следующие свойства: гранулометрический состав, рН водной суспензии, содержание органического углерода, оксалаторастворимых и несиликатных форм железа. Проведены микроморфологические описания плоскопараллельных шлифов.

Таблица 1. Химические свойства почв.

Номер разреза	Горизонт	Глубина, см	рН водный	Гумус %	Fe ₂ O ₃ по Тамму, %	Fe ₂ O ₃ по Джексоу, %
019	Е	9–12	4.60	–	0.01	0.20
	BF	12–25	5.43	0.17	0.18	0.22
	EL	25–30	5.46	0.22	0.11	0.23
	BT	30–38	5.96	0.48	0.13	0.21
	BC	38–62	5.10	0.31	0.11	0.22
019'	Е	6–16	4.97	0.59	0.01	0.20
	BF	16–24	5.51	0.64	0.17	0.22
	EL	24–29	5.34	0.40	0.05	0.25
	Bt	29–42	5.71	0.55	0.04	0.25
	BC	42–72	5.73	0.64	0.11	0.28
019"	Е	5–18	4.80	0.34	0.01	0.21
	BF	18–28	5.67	0.79	0.13	0.22
	ELBT	28–39	5.96	0.31	0.03	0.22
	BTC	39–65	5.72	0.46	0.14	0.25
039	Е	8–16	5.20	1.12	След.	0.20
	BF	16–32	5.65	1.26	0.14	0.22
	BC	32–36	5.73	–	0.08	0.27
	D	36–115	5.60	–	0.01	0.21
р.1	Е	13–20	4.54	6.61	0.18	0.10
	Bf	20–39	5.37	2.24	0.04	0.12
	ELBT	39–53	5.40	1.08	0.16	0.47
	C	53–92	6.00	0.71	0.10	0.54
р.3	Е	11–18	4.95	2.32	0.13	0.20
	Bf	18–26	5.36	1.76	0.16	0.07
	EL	26–31	6.02	1.20	0.08	0.16
	BT	31–52	6.40	1.31	0.41	0.10
	C	52–82	6.89	0.10	0.30	0.74
р. 4	T	2–16	4.62	–	0.10	0.34
	G	16–32	6.14	1.98	0.29	0.40
035	Е	3–10	4.79	1.22	0.02	0.05
	BF	10–31	5.05	0.98	0.16	0.36
	C	31–69	5.18	0.68	0.05	0.15

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Все исследуемые нами почвы, имеют кислую реакцию среды (значения pH колеблются в пределах от 4.6 до 5–6). В подзолистых почвах на двучленных моренных отложениях распределение гумуса носит элювиально – иллювиальный характер. Содержание железа в данных почвах невелико, видна элювиально-иллювиальная дифференциация его по профилю. В первой катене, в разрезе, расположенном в средней части склона, четко прослеживается наличие альфегумусового процесса, дифференциация ила по профилю выражена слабо. Данная почва была отнесена нами к подзолам литобарьерным (табл. 1).

Часть профиля подзолистых почв верхней части склона имеет супесчаный гранулометрический состав, сменяющийся в нижней части профиля среднесуглинистым. Это связано с неравномерным характером залегания верхней облегченной толщи моренных отложений по склону (табл. 2).

Таблица 2. Гранулометрический состав почв.

Разрез	Горизонт	Глуб., см	Фракции, мм, содержание, %					
			1–0.25	0.25–0.05	0.05–0.01	0.01–0.005	0.005–0.001	< 0.001
019	E	9–12	56.58	11.68	19.86	3.48	5.00	3.40
	BF	12–25	32.07	27.77	12.93	4.63	7.97	14.63
	EL	25–30	20.25	33.83	21.23	3.90	10.24	10.55
	BT	30–38	20.01	39.77	18.53	2.77	4.66	14.26
	C	38–62	23.94	37.32	7.36	3.94	8.10	19.34
019'	E	6–16	15.72	48.24	24.87	3.11	4.91	3.15
	BF	16–24	16.57	50.74	16.95	3.60	7.32	4.82
	EL	24–29	18.34	46.24	16.11	3.66	8.98	6.67
	BT	29–42	30.72	36.52	13.99	3.82	7.83	7.12
	C	42–72	20.43	32.14	14.44	3.58	12.16	17.25
019"	E	5–18	17.76	45.26	25.41	3.31	4.42	3.84
	BF	18–28	21.01	39.00	18.83	0.80	11.40	8.96
	ELBT		15.50	41.07	17.32	5.03	10.60	10.48
	BTC		21.12	30.06	14.11	5.46	9.99	19.26
039	E	8–16	23.62	41.13	26.13	3.19	3.17	2.76
	BF	16–32	23.30	43.72	19.69	3.35	5.18	4.76
	BC	32–36	17.73	41.77	20.66	4.89	7.76	7.19
	D	36–115	61.43	24.50	8.53	1.27	0.88	3.39
p.1	E	13–20	17.29	29.25	24.95	7.75	11.88	8.88
	Bf	20–39	4.74	21.41	30.04	7.50	15.29	21.02
	ELBT	39–53	16.53	33.88	17.47	3.84	10.44	17.84
	C	53–92	11.05	32.45	17.88	4.16	8.31	26.15
p.3	E	11–18	8.86	28.51	31.72	7.37	13.27	10.27
	Bf	18–26	8.52	34.10	22.19	8.05	11.15	15.99
	EL	26–31	6.24	21.94	33.02	11.08	15.39	12.33
	BT	31–52	0.32	32.14	24.36	3.62	12.74	26.82
	C	52–82	10.17	29.43	16.95	4.05	11.68	27.72
p. 4	T	2–16	–	–	–	–	–	–
	G	16–32	5.92	18.91	30.21	10.01	16.38	18.57
	Cg	32–66	33.01	18.01	12.82	4.45	21.01	10.70
035	E	3–10	49.81	31.78	12.65	1.96	1.57	2.23
	BF	10–31	61.98	29.91	0.73	1.51	2.44	3.43
	C	31–69	70.32	21.21	1.54	2.42	1.65	2.86

По данным микроморфологического анализа, горизонт Е полностью состоит из отмытых зерен минерального скелета, в составе которого преобладают кварц и кислые плагиоклазы. Материал в горизонте ВF хорошо агрегирован, выделяются зоны более интенсивно прокрашенные бурым материалом. Горизонт ЕL имеет рыхлое сложение, неоднороден. Встречаются зоны более компактного сложения, прокрашенные светло – бурым материалом, также присутствуют более светлые зоны с отмытыми зернами минерального скелета. Горизонт ВТ неоднороден, по краям пор обнаружены тонкие глинистые кутаны.

Данные химического анализа подтверждают возможность выделения контактно – осветленного горизонта ЕL. По результатам микроморфологических исследований, в ряде случаев, выделяются лишь признаки переходного горизонта ВЕL (чередование более светлых зон и зон, интенсивно прокрашенных бурым материалом) [3].

В подзолах, формирующихся на флювиогляциальных отложениях и делювиальных красноцветных песках, содержание соединений железа в горизонте Е минимально, в горизонте ВF происходит его аккумуляция и дальнейшее убывание вниз по профилю, что свидетельствует о наличии альфегумусового процесса. Гранулометрический состав подзолов от супесчаного до песчаного. Содержание илистой фракции увеличивается вниз по профилю.

Степень выраженности элювиального горизонта в подзолистых почвах определяется гранулометрическим составом подстилающего субстрата, мощностью облегченного слоя моренного наноса.

ВЫВОДЫ

1. Разнообразие почв подзолистого ряда, формирующихся в условиях северной тайги, обусловлено неоднородностью почвообразующих пород.

2. Все исследуемые нами почвы имеют одинаковую схему строения верхней части профиля О – Е – ВF, т.е. генетическое сходство между подзолистыми и подзолами отмечается в наличии альфегумусового процесса в верхней части профиля.

3. В подзолистых почвах, формирующихся на моренных отложениях, под подстилкой выделяется подзолистый горизонт супесчаного гранулометрического состава, сменяющийся рыже – бурым иллювиально – железистым горизонтом. Ниже выделяется второй осветленный горизонт палевого цвета, мощность и степень выраженности которого варьируют в разрезах по склону. Почвы характеризуются кислой реакцией всего профиля, невысоким содержанием гумуса, максимум которого приурочен к горизонту ВF, элювиально – иллювиальной дифференциацией соединений железа по профилю.

4. Сочетание в профиле процессов текстурной дифференциации и альфегумусового почвообразования сближает подзолистые почвы с микропрофилем подзола правобережья р. Пинеги, как с типичными подзолистыми почвами, так и с подзолами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горячкин С.В. Почвенный покров Севера (структура, генезис, экология, эволюция). М.: ГЕОС, 2010 – стр.413
2. Структура и динамика природных компонентов Пинежского заповедника (Северная тайга ЕТР, Архангельская область). Биоразнообразие и георазнообразие карстовых областях. Отв. ред.: Пучина Л.В., Горячкин С.В., Глазов М.В., Рыков А.М., Рыкова С.Ю. – Архангельск, 2000, – стр.267.
3. Тонконогов В.Д. Глинисто – дифференцированные почвы Европейской России. – М.: Почвенный институт имени В.В. Докучаева, 1999 – стр. 155.
4. Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Классификация и диагностика почв России – Смоленск: Ойкумена, 2004 – стр. 342.

Работа рекомендована к.б.н., н.с. В.М. Колесниковой.

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ПОГРЕБЕННЫХ И СОВРЕМЕННЫХ ПОЧВ ХРЕНОВСКОГО БОРА

С.В. Демидова, М.С. Розанова

Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова

В статье подробно описаны методы выделения и очистки препаратов гуминовых кислот. Приведены результаты исследования элементного состава гуминовых кислот погребенной и современной почв Хреновского бора Воронежской области.

ВВЕДЕНИЕ

Хреновской бор расположен в юго-восточной части Воронежской области на Окско-Донской низменности, представляющей собой слаборасчлененную равнину. Рельеф здесь плоский с небольшими западинами, вследствие чего плоскостной смыв очень слабый или отсутствует. Современный климат на этой территории умеренно-континентальный, годовое количество осадков составляет около 450 мм. Характерной чертой и особенностью территории бора являются монокварцевые пески, формирующие дюнный рельеф. Почвообразующей породой являются подвергшиеся древнеэоловой переработке пески, которые подстилаются лессовидными карбонатными суглинками (Прокофьева и др., 2004). Растительность Хреновского бора представлена большим числом дикорастущих видов (около тысячи, не считая споровых). Самый распространенный вид – сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) (Вересин, 1971).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования стали почвы Хреновского бора, сформированные на песчаных отложениях.

Разрез 1 расположен на склоне дюны в окне соснового бора. Почва названа как дерново-боровая бескарбонатная маломощная песчаная на погребенной темно-серой лесной легкосуглинистой почве. Ниже приведено описание разреза.

Разрез 1. Описание профиля.

О (0–4)/4 см	слаборазложившаяся подстилка, состоит из иголок сосны, коры, травинки, корней; граница слабоволнистая
А (4–9)/5 см	сухой; светло-серый; окраска однородная; опесчаненный; включения корней; граница слабоволнистая; переход ясный
С ₁ (9–40)/32 см	сухой; светло-желтый песок; граница ровная; переход ясный
[А] (40–53)/13 см	сухой; буровато-темно-серый; окраска неоднородная; стяжения железа; опесчаненный легкий суглинок; бесструктурный; включения корней; граница неровная; переход заметный
[АВ] (53–75)/22 см	сухой; окраска неоднородная, на буровато-темно-сером фоне присутствуют пятна бурого и желтого цвета (песок из нижележащего горизонта); опесчаненный легкий суглинок (грансостав тяжелее, чем в вышележащем горизонте); включения корней и ожелезненного песка; затеки органического материала до глубины 88 см; граница неровная; переход заметный
С ₂ (75–90)	влажноватый; желтого цвета, темнее горизонта С ₁ ; песок

Разрез 2 находится на вершине дюны в сосняке ракитниково-чистотельном. Почва названа как дерново-боровая бескарбонатная песчаная на погребенной темно-серой лесной легкосуглинистой почве. Описание разреза приведено ниже.

Разрез 2. Описание профиля.

О (0–7)/7 см	слаборазложившаяся подстилка, состоит из иголок сосны, коры, травинки, корней; граница слабоволнистая
А (7–10)/3 см	сухой; светло-серый, окраска однородная; опесчаненный; бесструктурный; включения корней; граница слабоволнистая; переход ясный
В ₁ (10–24)/14 см	сухой; желтовато-светло-серый, окраска однородная; песок; граница карманная (неровная); переход заметный
В ₂ (24–40)/16 см	сухой; светло-серо-желтый, окраска однородная (более насыщенный желтый цвет по сравнению с верхним горизонтом); песок; граница неровная; переход заметный
В ₃ (40–54)/14 см	сухой; светло-серый; песок; граница карманная
С ₁ (54–71)/17 см	сухой; светло-желто-серый, окраска однородная; песок; граница слабоволнистая; переход ясный
[А] (71–78)/7 см	сухой; темно-серый, окраска однородная; опесчаненный легкий суглинок; бесструктурный; граница неровная (слабоволнистая + карман); переход заметный
[АВ] (78–116)/38 см	влажноватый; окраска неоднородная, на буровато-темно-сером фоне присутствуют вкрапления нижележащего горизонта (желтого песка); опесчаненный легкий суглинок; на глубине 92–99 см прямая кротовина (В ₁); граница затечная; переход заметный
С ₂ (116–210)	влажноватый; песок; желтого цвета; прямая кротовина на глубине 140–149 см (темно-серый цвет)

На генезис местных почв есть несколько точек зрения. По данным Вересина (1971), генезис погребенных почв этого района предположительно связан с массовыми вырубками сосновых лесов, начавшимися в начале 18 века, из-за чего пески под действием ветра пришли в движение и засыпали около тысячи гектаров плодородного чернозема к западу от Хренового. Угроза дальнейшего распространения песков заставила проводить энергичные лесовосстановительные работы (Вересин, 1971). Проведенные в 60-х годах прошлого столетия комплексные исследования Песчаной экспедиции факультета почвоведения МГУ позволили утверждать, что современные дерново-боровые почвы Хреновского бора начали формироваться после того, как закончилось развевание песков (12–10 тыс. лет назад) (Гаель, Хабаров, 1967). В дальнейшем пески были подвержены интенсивному переувлажнению, вследствие изменения климата на более засушливый в суббореальном периоде 5–4 тыс. лет назад. Развитию дефляции также способствовала хозяйственная деятельность человека в более позднее время (Гаель и др., 1981).

Пристальное внимание, обращенное к этим почвам, объясняется их уникальностью как природного объекта, а также тем, что они находятся под угрозой уничтожения пожарами.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Из проб гумусовых горизонтов современных и погребенных почв были выделены и очищены препараты гуминовых кислот (ГК) методом Орлова и Мотока (Орлов, Гришина, 1981; Бахвалов, 2011).

Навеску почвы декальцировали обработкой 0.1 н раствором HCl. Окончание декальцирования контролировали по реакции на ион Ca^{2+} .

Экстракцию ГК проводили 0.1 н раствором NaOH. Использовали двухкратную обработку пробы почвы раствором щёлочи, каждая экстракция длилась 20 часов.

Для коагуляции коллоидов в раствор щёлочи добавляли хлорид натрия до концентрации 0.4 М. Полученный раствор оставляли стоять на 24 часа.

Отделение коллоидов производили центрифугированием при 1000g (в течение 20 мин).

В надосадочной жидкости осаждали ГК, подкисляя раствор до $\text{pH} = 2$ раствором HCl (5 %).

Полученный осадок ГК отделяли центрифугированием при 1000g, причем ГК осаждались в тех же центрифужных стаканчиках, где уже находились коллоиды.

Для удаления остатков ионов натрия и хлора Д.С. Орлов (Орлов, Гришина, 1981) рекомендовал электродиализ, однако при очистке большого числа препаратов эта процедура заняла бы много времени, и сами препараты подвергались длительному контакту с водой, поэтому нами был выбран другой путь, основанный на опыте А.В. Бахвалова (2011). В этом случае осаждённый гель ГК помещали в центрифужный стакан, занимая примерно четверть объёма стакана. Затем стакан заполняли подкисленной водой (50 мл конц. HCl на 5 л воды), гель перемешивали стеклянной палочкой, смесь центрифугировали 20 минут при 1000g и надосадочную жидкость отбрасывали, а осадок снова обрабатывали подкисленной водой. Всего проводили три последовательных обработки. Далее осадок ГК таким же способом дважды промывали водой и сушили при 60 °С.

Таким образом, мы получили неочищенный препарат ГК. Очистка проводилась по следующей прописи.

Препарат измельчили и растворили в 0.5 н растворе NaOH , концентрация раствора ГК – 30 г/л.

Затем в раствор вносили NaCl до концентрации 0.4 моль/л, pH доводили до 6.5 (добавлением HCl) и оставляли стоять на сутки. В этих условиях по данным Д.С. Орлова (Орлов, 1976) происходит коагуляция минеральных и органоминеральных компонентов.

После отстаивания раствор центрифугировали 20 минут при 1000g, осадок отбрасывали.

Затем в центрифугате осаждали ГК при pH раствора равном 2 (pH устанавливали 5 % раствором HCl).

Осадок ГК отделяли центрифугированием в течение 20 минут при 1000g.

Затем вновь проводили трехкратную очистку от ионов Na и Cl . Для этого осаждённый гель ГК снова помещали в центрифужный стакан примерно на четверть объёма. Далее стакан заполняется подкисленной водой (50 мл конц. HCl на 5 л воды), гель перемешивается стеклянной палочкой. Смесь центрифугируют 20 минут при 1000g и центрифугат отбрасывается, а осадок снова обрабатывается подкисленной водой. Всего проводилось три последовательных обработки.

Полученный очищенный препарат ГК сушился при 60 °С.

Зольность препаратов ГК была определена в муфельной печи Fisher Scientific Isotemp Programmable Muffle Furnace методом сухого сжигания навески препарата ГК при 970 °С. Элементный состав препаратов ГК был определён на CNH-анализаторе «Vario EL III» (Elementar, ФРГ). В основу работы прибора положен принцип сухого сжигания навески в токе кислорода при температуре 1150 °С и количественного определения выхода продуктов сгорания. Содержание кислорода находится по разности.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Зольность очищенных препаратов ГК не превышала 5 %.

Элементный состав – это одна из важнейших характеристик гуминовых кислот. По данным элементного анализа можно оценить структуру ГК, и в первую очередь соотношение алифатических и ароматических фрагментов. Вычисленные атомные отношения, приведенные в таблице.

Содержание углерода в ГК вниз по профилю погребенной почвы возрастает в обоих разрезах, а в верхнем горизонте содержание углерода минимально и составляет 33.81–33.28 %. Содержание водорода наоборот максимально в верхнем горизонте двух разрезов, и уменьшается в погребенных горизонтах.

Таблица. Элементный состав (атомные проценты) и атомные отношения ГК, выделенных из современных и погребенных гумусовых горизонтов Хреновского бора

Разрез	Горизонт	C	H	C:N	O:C	H:C	(H:C) _{испр}
Разрез 1	A	33.81	47.24	15.79	0.49	1.40	2.05
	[A]	38.03	40.59	15.50	0.49	1.07	1.73
	[AB]	39.53	39.34	15.34	0.46	1.00	1.62
Разрез 2	A	33.28	48.90	16.82	0.47	1.47	2.10
	[A]	38.43	42.62	16.27	0.43	1.11	1.68
	[AB]	40.69	39.93	17.53	0.41	0.98	1.54

Значения $(H:C)_{испр}$ дают некоторое представление о степени «ароматичности» молекул ГК. В таблице 1 показано, что препараты ГК, выделенные из горизонтов погребенной темно-серой лесной почвы, характеризуются достаточно низкими атомными отношениями $(H:C)_{испр}$, что позволяет сделать вывод, о том, что в их строении преобладают ароматические структуры. Атомные отношения, рассчитанные по элементному составу, дают представления о структурной организации молекул ГК современных и погребенных почв. А также дают возможность составить представление о путях трансформации ГК, используя метод графико-статистического анализа по Д. Ван-Кревелену (рис.).

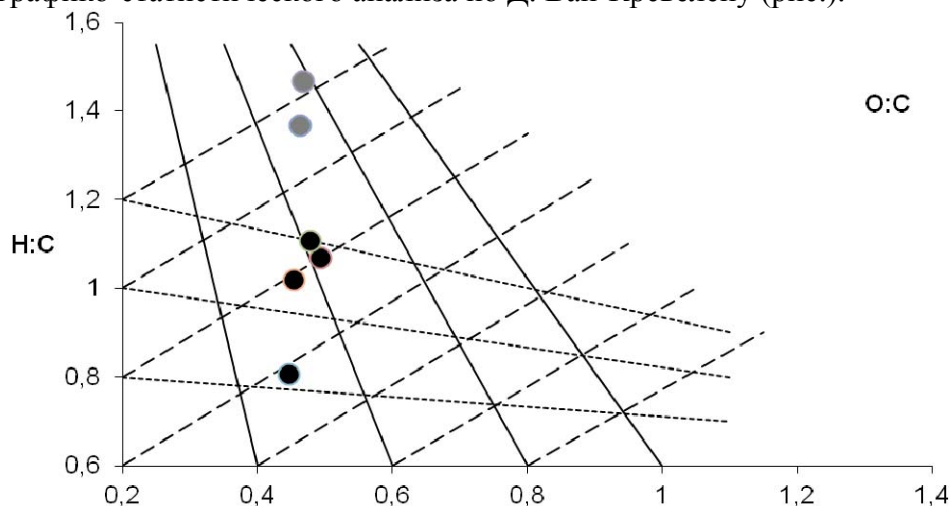


Рисунок. Диаграмма атомных отношений Ван-Кревелена.
Серый кружок – ГК современных почв, черный – ГК погребенных почв.

На диаграмме атомных отношений Ван-Кревелена можно отметить, что ГК современных дерново-боровых почв сильно отличаются от ГК погребенных темно-серых лесных почв и по своему строению ГК верхних горизонтов современных почв близки к ГК растительных остатков (Орлов, 1974). Говоря о возможных процессах трансформации ГК, выделенных из погребенных горизонтов, можно отметить, что в них происходят процессы декарбоксилирования и дегидрогенизации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метод очистки препаратов гуминовых кислот, предложенный Д.С. Орловым и В.Е. Мотоком, отработанный А.В. Бахваловым, основанный на высаливании хлоридом натрия, позволяет получать препараты ГК с низкой зольностью с меньшими временными затратами. Он исключает длительную процедуру диализа.

Проведенные элементный и графико-статистический анализ по Ван-Кревелену показали, что ГК выделенные из современных и погребенных горизонтов почв одного профиля различны по генезису. ГК погребенных горизонтов характеризуются большим содержанием углерода и низкими отношениями $H:C$, по сравнению с ГК, выделенными из современных горизонтов А.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бахвалов А.В.* Состав и свойства ГК, выделенных из почв ЦЛГПБЗ. Дис. на соис. уч. ст. к.б.н. М., 2011.
2. *Вересин М.* Леса Воронежские. Происхождение, облик и будущее наших ландшафтов. Воронеж: Центрально-Черноземское книжное изд-во. 1971. 224 с.
3. *Гаель А.Г., Хабаров А.В.* Об особенностях почвообразования на песках Хреновского бора // Почвоведение. 1967. №11. С. 17–31.
4. *Гаель А.Г., Хабаров А.В., Смирнова Л.Ф.* О почвах на песках ленточных боров Минусинской котловины и их минералогическом составе // Почвоведение. 1981. №12. С. 23–37.
5. *Орлов Д.С.* Гуминовые кислоты. М. Изд-во Московского Университета. 1974. 333 с.
6. *Орлов Д.С., Глебова Г.И., Мироненкова Т.И.* Фракционирование ГК с помощью метода дробного осаждения // Науч. докл. высш. школы. Биол. науки. 1976. №10. с. 125–130.
7. *Орлов Д.С., Гришина Л.А.* Практикум по химии гумуса. М., МГУ. 1981.
8. *Прокофьева Т.В., Малышева Т.И., Алексеев Ю.Е.* Учебная зональная практика по почвоведению: описание маршрута. Методическое руководство. М.: МГУ. 2004. 44 с.

Работа рекомендована к.б.н., ст. преп. МГУ М.С. Розановой.

УДК 631.4

ДИНАМИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ РАЙОНОВ НЕФТЕДОБЫЧИ В ХАНТЫ-МАНСКИЙСКОМ АВТОНОМНОМ ОКРУГЕ (ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ)

П.М. Докучаев

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, ф-т почвоведения,
каф. географии почв, pashadokuchaev@mail.ru

В работе было доказано, что использованная методика оценки динамики почвенно-экологической ситуации показала свою эффективность в определении зон антропогенного воздействия и может быть применена для мониторинга других территорий, было создано 5 эколого-ландшафтных карт на основе, которых были выявлены закономерности и сделаны выводы о динамике почвенно-экологической ситуации районов нефтедобычи, были проведены почвенные исследования, которые показали негативное влияние нефтезагрязнения на почвенные свойства, был составлен альбом эталонов на снимках Landsat среднего разрешения. Были сделаны выводы о динамике антропогенно-преобразованных почв и уровне загрязнения естественных почв в этом регионе.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время при географических исследованиях все большее значение приобретают методы автоматической обработки дистанционных материалов для целей картографирования, оперативной диагностики и мониторинга различных природных и антропогенных явлений. Бурное развитие данного направления связано с появлением качественно новых материалов космической съемки и совершенствованием компьютерных программ, позволяющих обрабатывать снимки и составлять карты в автоматическом и полуавтоматическом режимах. Использование данных методов в мониторинге экологически нестабильных районов и почвоведении особенно перспективно при изучении динамичных показателей, в т.ч. показателей загрязнения почвенного покрова.

В разных странах ведутся работы по мониторингу динамики изменений экологической ситуации районов нефтедобычи и их картографированию с использованием методов цифровой почвенной картографии, включающих анализ изображения, автоматизирован-

ное дешифрирование снимков, оценку точности цифровых карт и т.д. В России подобными работами занимается в ИТЦ «СКАНЭКС». Кроме того, необходимо отметить, что в Ханты-Мансийском автономном округе, согласно Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации», добывается 55 % всей российской нефти. Это объясняет тот факт, что ХМАО является «лидером» по площади нефтесекретных земель в нашей стране. Поэтому мониторинг экологической ситуации очень важен для правильного проведения рекультивационных работ и оценке состояния окружающей среды.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Район Талинского нефтяного месторождения – сложный объект для картографирования, поскольку отличается неоднородным и мелкоконтурным почвенным покровом и разнообразными антропогенными воздействиями, преимущественно связанными с нефтесекретом. Нижнеиртышская провинция, в пределах которой расположен исследуемый участок, находится между Уралом и Енисеем в пределах Ханты-Мансийского автономного округа и в северных частях Свердловской, Тюменской, Томской областей и Красноярского края. Рельеф провинции низменно-равнинный. Западная часть представляет собой подгорную абразионную равнину с пологоувалистым рельефом и абсолютными отметками водоразделов 150–200 м. Коренные породы здесь покрыты пролювиально-делювиальными суглинками. Широко распространены озерно-аллювиальные отложения, верхняя свита которых представлена пылеватыми суглинками. Не редка многократная слоистость почвообразующих пород, связанная с их аллювиальным генезисом.

В климатическом отношении провинция отличается от Онего-Вычегодской провинции подзолистых и болотно-подзолистых почв увеличением континентальности, более суровой зимой и некоторым уменьшением годовой суммы осадков. Средняя температура наиболее холодного месяца от –19 до –24 °С, а наиболее теплого 16.5–17.5 °С, сумма активных температур составляет 1250–1600 °С, коэффициент континентальности по Н.Н. Иванову 187–209, осадки за год составляют 480–550 мм, испаряемость за год 360–440 мм, годовой коэффициент увлажнения >1.33, а высота снежного покрова зимой составляет 60–90 см. Растительность Талинского месторождения (исследуемой территории) согласно геоботаническому разделению принадлежит бореальной геоботанической зоне, Обь-Иртышской провинции, подзоне средней тайги (Ильина и др., 1985).

Подзона средней тайги выделяется преобладанием темнохвойных и сосновых лесов и производных сообществ на их месте. Для территории исследуемого участка характерны на плакорах коренные сообщества елово-кедровых лесов с примесью лиственницы и кустарничково-зеленомошным покровом: *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, *Linnaea borealis*, бореальные виды зеленых мхов – *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*. В рядах восстановительных смен широко представлены короткопроизводные сосновые, берёзовые и осиновые леса (Ильина и др., 1985). При заболачивании лесов наблюдаются следующие смены: сосново-кедровые, кустарничково-сфагновые и долгомошно-сфагновые леса постепенно трансформируются в сосново-кустарничково-сфагновые болота. Западные части исследуемого участка заняты верховыми грядово-мочажинными и грядово-мочажинно-озерковыми болотами. На территории исследуемого участка также распространены верховые сосново-сфагновые болота.

В целом слабая дренированность местности, низкая водопроницаемость многократно слоистых почвообразующих пород, специфический влагооборот, унаследованная сильная обводненность и заболоченность увеличивают переувлажнение территории и, сочетаясь с атмосферной переувлажненностью, определяют специфику почвообразования и преобладание в почвенном покрове гидроморфных почв. Среди автоморфных почв на данной территории согласно классификации почв СССР 1977 года на данной территории распространены подзолы и подзолисто-глееватые почвы на суглинках. Согласно же новой

классификации почв России 2004 года в данном регионе преобладают светлосезмы иллювиально-железистые и глеезезмы оподзоленные и криометаморфические.

Стоит отметить достаточно высокую долю аллювиальных почв в регионе исследований. Сопоставление разновременных снимков Landsat 5 и Landsat 7 начиная с 1984 г. дает достаточно полную информацию об изменениях, произошедших на исследуемом участке за 27 лет и роли антропогенного фактора в них. При осуществлении методики использовались топографическая карта Ханты-Мансийского Автономного Округа масштаба 1:200 000, почвенная карта Ханты-Мансийского Автономного Округа масштаба 1:2 500 000 (Атлас почв Российской Федерации, 2012), почвенная карта ХМАО 1980 г. (1:5 000 000), почвенная карта ХМАО 2012 г. 1:3 000 000 (Атлас Ханты-Мансийского Автономного Округа), схема районирования болотных систем Западно-Сибирской равнины (Лисс и др., 2001), схема зонально-провинциального деления растительного покрова Западно-Сибирской равнины (Ильина и др., 1985), схема почвенно-географического районирования СССР (Добровольский, 1974) и космические снимки Landsat 5 и 7 за 1984, 2000, 2004, 2008, 2011 года с пространственным разрешением 30 м. Для уточнения методики на местности были отобраны почвенные образцы нефтезагрязненных и фоновых территорий и проведен их анализ на содержание органического углерода по методу Тюрина, содержание нефтепродуктов и pH водной вытяжки. Кроме того использовалось программное обеспечение Mapinfo 10.5, Scanex Image Processor.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследований было составлено 5 картосхем исследуемого участка с легендой, в которой отражены доли площадей всех классов. В результате обработки этих таблиц наблюдаются следующие тенденции.

На основе эколого-ландшафтных карт была прослежена динамика антропогенного воздействия на территорию данного участка. Прежде всего, в период с 1984 года по 2011 год (рис. 1) площадь инфраструктуры в районе Талинского месторождения увеличилась почти в 2 раза с 26 км² до 47 км², а значит и площадь антропогенно преобразованных почв, таких как ТПО, экраноземов, эмбриоземов и техноземов в этом районе увеличилась в 2 раза.

Отмечается стабильный рост площади рубок на этой территории с 1984 по 2002 год (рис. 2) в связи с активным освоением территории месторождения. В связи с этим наблюдается активное заболачивание территории и изменение почвенного покрова в центральной и западной части участка.

Вдобавок к этому наблюдается стабильное сокращение площади лесов (рис. 3). В итоге на более поздних снимках площадь лесов составляет (50–57 % от 971 км² до 1106.4 км²), что говорит нам о деградации лесов в этом районе из-за антропогенного фактора, что также отражается в почвенном покрове территории.

Одним из важнейших антропогенных факторов, действующих в этом регионе является загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами. Если в 1984 году площадь настолько мала, что не было целесообразным выделять ее в отдельный класс, то уже начиная с 2000 года уровень загрязнения стабильно растет вплоть до 5 км² в 2008 году (рис. 4). Некоторое уменьшение доли загрязнения в 2011 году связано с активными рекультивационными процессами, происходящими в этом районе. Соответственно наблюдается некоторое увеличение площади реплантоземов на данной территории в период с 2008 по 2011 года при одновременном уменьшении площади хемоземов.

Так как в этих районах сильно воздействие антропогенного фактора, то идет активное угнетение растительности в этом регионе, а вследствие этого происходят непоправимые изменения в режиме почв в этом регионе. Ниже также представлены графики динамики площадей занятых сухостоем (рис. 5) и кустарниковой растительностью (рис. 6).

В ходе работы была проведена оценка наиболее загрязненных почв в регионе исследования (рис. 7). Наиболее загрязненными оказались светлосезмы, торфяные верховые почвы грядово-мочажинных болот и глеезезмы оподзоленные.

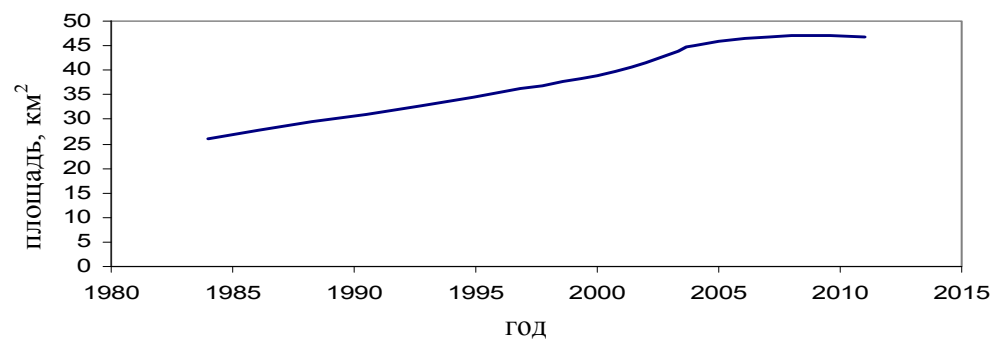


Рисунок 1. Динамика площади инфраструктуры.

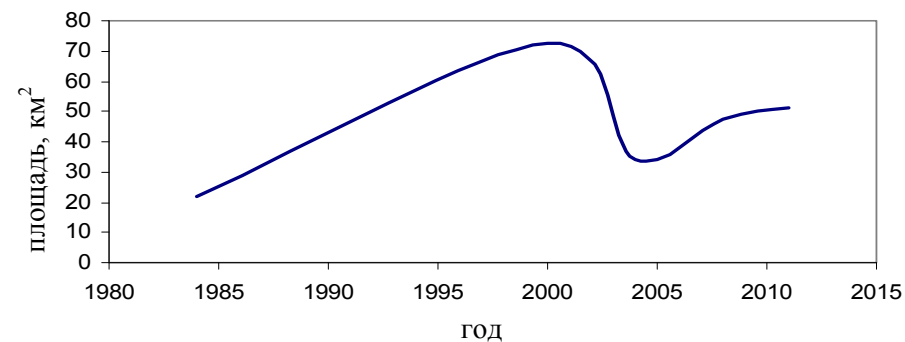


Рисунок 2. Динамика площади территорий, занятых рубками.

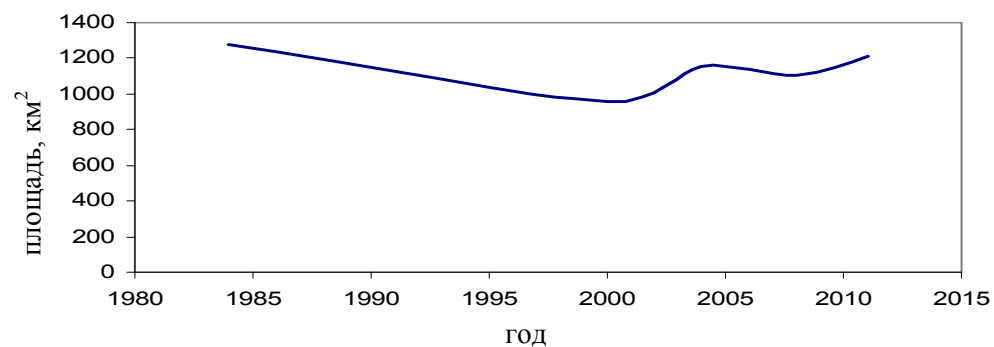


Рисунок 3. Динамика площади территорий, занятых лесами

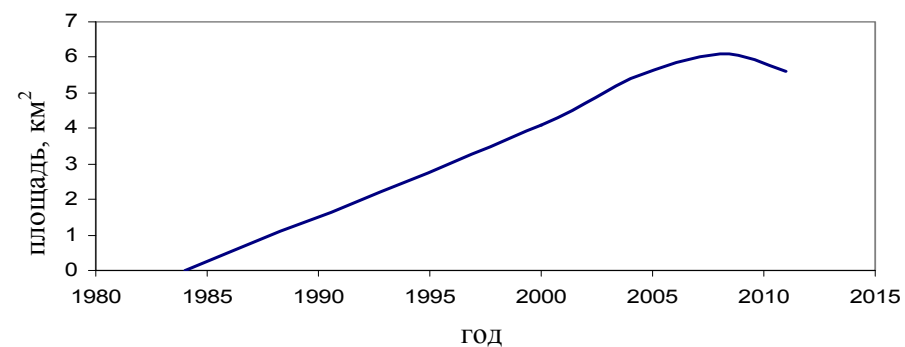


Рисунок 4. Динамика площади нефтезагрязнения.

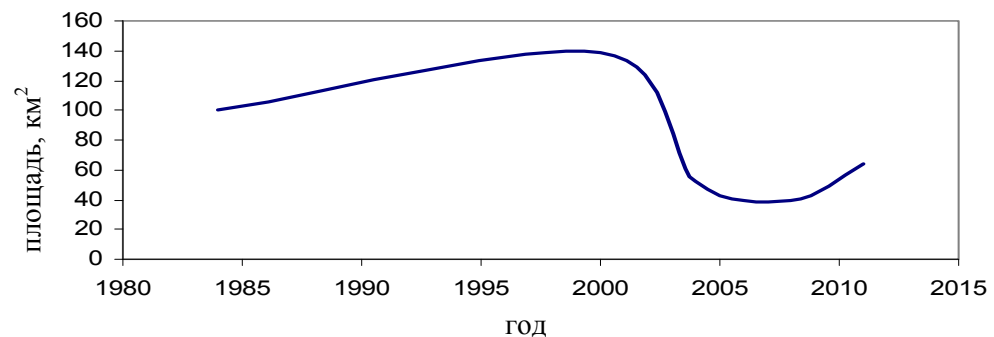


Рисунок 5. Динамика площади территорий, занятых сухостоем.

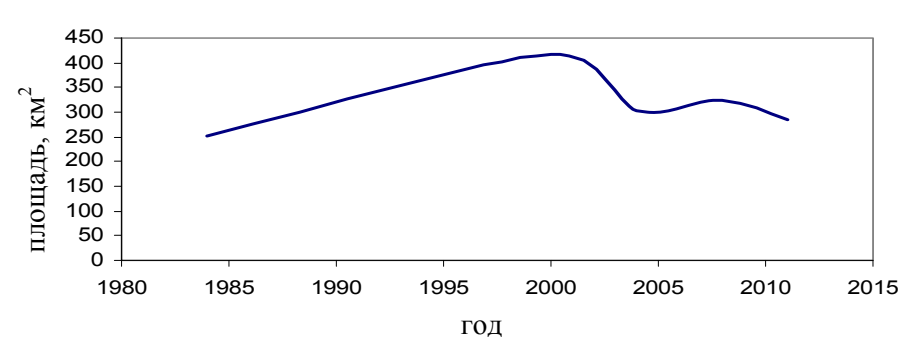


Рисунок 6. Динамика площади территорий, занятых кустарниковой растительностью.

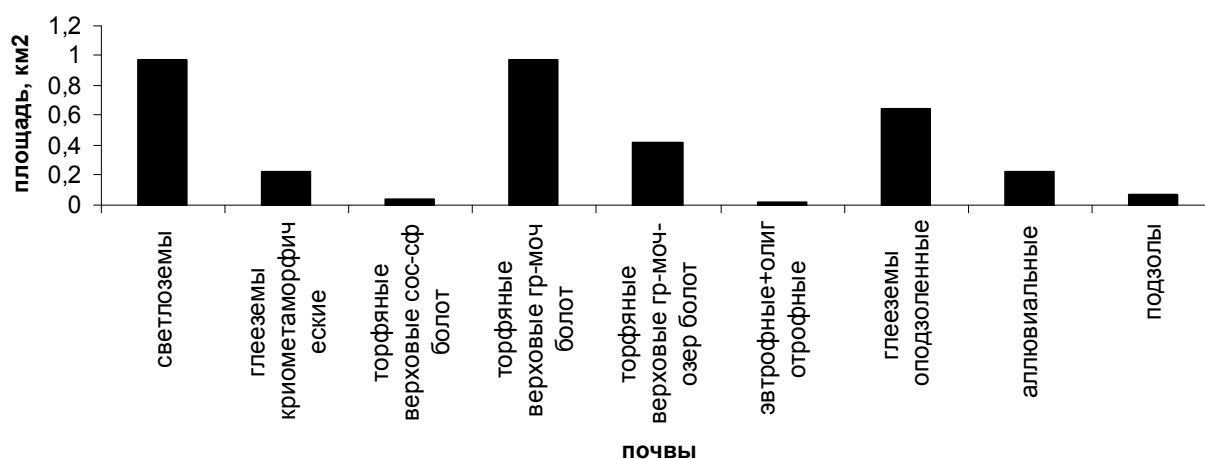


Рисунок 7. Наиболее загрязненные почвы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Талинское месторождение, является по сути «продуктом синтеза природы Западно-Сибирской равнины и результатов хозяйственной деятельности человека». За 27 лет на этой территории произошли достаточно сильные изменения. Увеличилась площадь инфраструктуры, появились до этого «незнакомые» для этой территории нефтяные загрязнения и рубки, происходили изменение «коренных» болотных и таежных экосистем, происходило угнетение растительного покрова этого района, вторичное заселение некоторых мест новыми видами. Все это, в свою очередь, неизбежно отражается на почвенном покрове данной территории. Наблюдается активное заболачивание территории, увеличение площади антропогенно-преобразованных почв, ухудшение почвенных свойств.

В итоге можно говорить о кардинальной перестройке сообществ в районе Талинского месторождения под действием антропогенного фактора. И нынешнее состояние экосистемы в этом районе лишь один из этапов в развитии исследуемого участка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аветов Н.А., Шишконокова Е.А. Нефтяное загрязнение болот Западной Сибири.// Природа. 2010. № 11. с. 14–24.
2. Белов А.В. Растительность Западной Сибири и ее картографирование. Новосибирск: Наука» 1984.
3. Лабутина И.А., Балдина Е.А. Использование данных дистанционного зондирования для мониторинга экосистем ООПТ. М.: WWF России. 2011.
4. Лисс О.Л., Абрамова Л.И. и др. Болотные системы Западной Сибири и их природоохранное значение. Под ред. В.Б. Куваева. М.: 2009.
5. Лисс О.Л., Полкошников О.В. Влияние бетонных дорог на растительность болотных фитоценозов (на примере нефтепромысла Самотлора) // Природные условия Западной Сибири. М., 1983. с. 169–177.
6. Национальный Атлас почв Российской Федерации. Факультет почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. М.: Астрель. 2011.
7. Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. Издательство Московского Университета. 1998.
8. Экология севера: дистанционные методы изучения нарушенных экосистем. //Под ред. А.П. Капицы и У.Г. Риса. – М.: Научный мир, 2003.
9. Allan Aasbjerg Nielsen et al. 1998: Multivariate Alteration Detection (MAD) and MAF Post-processing in Multispectral, Bitemporal Image Data: New Approaches to Change Detection Studies, Remote Sensing of Environment, 1998 Vol 64 No. 1 pp. 1–19 Elsevier.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Г.С. Кустом.

СОДЕРЖАНИЕ МИКРОБНОГО КОМПОНЕНТА И ЕГО ДЫХАТЕЛЬНАЯ
АКТИВНОСТЬ В ПОЧВАХ МАЛЫХ ГОРОДОВ МОСКОВСКОЙ ОБЛ.
(СЕРГИЕВ ПОСАД, ШАТУРА) И МОСКВЫ

К.В. Иващенко¹, В.И. Васенёв², Н.Д. Ананьева¹

¹Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пушкино

²Лаборатория агроэкологического мониторинга, моделирования и прогнозирования экосистем, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, ivashchenko-kv@rambler.ru

Изучены почвы малых городов (Сергиев Посад, Шатура) и мегаполиса Московской обл., локализованные в рекреационной (Р), селитебной (С) и промышленной (П) функциональных зонах. Определены микробиологические (углерод микробной биомассы, $C_{\text{мик}}$; базальное дыхание, БД) и физико-химические ($C_{\text{орг}}$, НРК, pH, тяжелые металлы) параметры городских почв. Показана тенденция уменьшения $C_{\text{мик}}$, БД, $C_{\text{мик}} / C_{\text{орг}}$ и увеличения показателя БД / $C_{\text{мик}}$ в почвах П зоны по сравнению с соответствующими Р и С, что может свидетельствовать о «напряженности» в них микробиологических процессов и, как следствие, ухудшения их экологического состояния.

ВВЕДЕНИЕ

Почва – один из ключевых природных ресурсов, выполняющий экологические, экономические, социальные функции (Добровольский, Никитин, 1990; Blum, 2005). В настоящее время происходит интенсивное преобразование почвенного покрова в результате распашки, загрязнения (тяжелые металлы, органические токсиканты, радионуклиды) и увеличения площади городов. Так, в России почти 75 % населения живет в городах и поселках, которые занимают 0.65 % ее площади (Strogonova et al., 1988). В городской среде (урбоэкосистеме) происходит тесный контакт человека с окружающей средой, а нарушение экологического функционирования – наиболее заметны. Показано, что площадь воздействия города может превышать его территорию в 20–50 раз (Строганова и др. 1997; Abrahams, 2002, Прокофьева и др., 2004).

Почвенные микроорганизмы (микробный компонент) составляют около 85 % биомассы всех почвенных организмов, обеспечивают около 70 % потока CO_2 суши в атмосферу, играют ключевую роль в цикле питательных элементов и функционировании экосистем (Jenkinson, Ladd, 1981; Martens, 1995; Заварзин, Кудеяров, 2006). Отсюда, содержание микробного пула городских почв, его дыхательная активность и экофизиологический статус могут служить надежным критерием их состояния. Цель нашего исследования была сфокусирована на изучении закономерностей функционирования городских почв в условиях малого города и мегаполиса через оценку их микробного пула и его дыхательной активности. Задачи: 1) определить в почве содержание углерода микробной биомассы ($C_{\text{мик}}$) и измерить скорость базального или микробного дыхания (БД), 2) рассчитать интегральные микробиологические показатели (БД / $C_{\text{мик}}$ и $C_{\text{мик}} / C_{\text{орг}}$), 3) сравнить микробиологические и физико-химические показатели разных функциональных зон городской почвы и 4) изучить особенности функционирования микробного сообщества городских почв.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Изучены почвы малых городов (Сергиев Посад, *СПа*; Шатура, *Ш*) северо-востока Московской обл. и мегаполиса (Москва, *М*). В городах диагностировали рекреационную (Р), селитебную (С) и промышленную (П) функциональные зоны, в каждой из которых выбирали по пять пространственно-удаленных точек (в *М* – по 15). Из каждой точки были отобраны образцы почв (метод конверта) из верхнего 10 см минерального слоя (без растительной подстилки, всего 75 образцов). Изученные почвы были представлены урботех-

ноземами (реплантозем, конструктороём) и естественно-антропогенными поверхностно преобразованными почвами: дерново-подзолистая (СПа) и аллювиальная (СПа и Ш). Доминирующая растительность в изученных городских почвах – газонные травы или такие с сорняками (преимущественно в промышленной зоне) и разнотравье.

В образцах почв определяли содержание углерода микробной биомассы ($C_{\text{мик}}$) методом субстрат-индуцированного дыхания, основанного на внесении в почву дополнительного источника энергии (субстрата) в виде водного раствора глюкозы (0.1 мл г^{-1} или 10 мг г^{-1}), и последующей регистрации (через 3–5 ч) дыхательного отклика (выделение CO_2) почвенных микроорганизмов (Anderson, Domsch, 1978; Ананьева, 2011). Этот отклик инициирован окислением и соокислением глюкозы, пропорционален почвенной микробной биомассе и определяется по скорости начального максимального дыхания. Базальное дыхание (БД) почвы оценивали по скорости образования CO_2 нативной (без обогащения) почвой (24 ч, 22°C , 60 % полной влагоемкости, ПВ). Рассчитывали отношение $\text{БД} / C_{\text{мик}} = q\text{CO}_2$ (микробный метаболический коэффициент), которое позиционируют как удельное дыхание микробной биомассы. Навески почвы (2 г) для определения $C_{\text{мик}}$ и БД отбирали из предынкубированного почвенного образца (7 сут, 22°C , 55 % ПВ) массой около 0.3 кг. В образцах почв также определяли содержание органического углерода ($C_{\text{орг}}$), NPK, тяжелых металлов (Pb, Cd, Ni, Zn, Cu), кислотность (pH) и гранулометрический состав.

Статистическое и графическое оформление экспериментальных данных выполнено в программах «Statistica» и «PCORD» (box-plot, дисперсионный анализ Краскела-Уоллиса, анализ главных компонент).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Содержание $C_{\text{орг}}$ в почве городов составило 1.2–11.5 %, NH_4^+ (обм.), NO_3^- , P_2O_5 (подв.), K^+ – 5–24, 3–53, 20–2335, 25–413 мг кг^{-1} соответственно (табл.). Значение pH городских почв достигало 4.6–8.2 единицы, они характеризовались легким гранулометрическим составом (в основном средне-, легкосуглинистые и супесчаные). В почвах мегаполиса отмечено в среднем высокое содержание фосфора по сравнению с малыми городами. В почвах Москвы и Шатуры отмечено превышение ориентировочно допустимой концентрации (ОДК) свинца (в 1.7–2.4 раза для С и П зон), а цинка – преимущественно в Москве (в 1.5–2.0 раза) (Ориентировочно допустимые концентрации..., 2006).

Таблица. Химические свойства городских почв (0–10 см), $n = 5$ и 15, для рекреационной (Р), селитебной (С) и промышленной (П) функциональной зоны малых городов и мегаполиса соответственно.

мг/кг почвы	Сергиев Посад			Шатура			Москва		
	Р	С	П	Р	С	П	Р	С	П
$C_{\text{орг}}, \%$	2.3–6.6	4.5–6.8	1.9–7.5	1.7–8.4	1.3–5.4	2.6–7.4	1.4–10.5	1.2–11.5	1.7–10.0
pH _{KCl}	7.0–7.2	6.4–7.2	4.6–7.8	5.6–7.4	5.9–7.7	5.7–7.7	4.0–6.5	6.4–8.2	7.1–7.5
NH_4^+	5–9	1–14	5–10	5–13	5–7	5–8	5–16	5–25	5–24
NO_3^-	3–7	3–8	3–7	3–10	3–4	3–4	3–53	3–19	3–27
P_2O_5	38–283	121–316	20–240	47–73	74–244	49–173	35–2335	147–2218	149–2251
K	24–378	228–375	41–413	55–107	70–340	64–445	25–180	31–194	92–259
Cu	8–32	5–24	8–40	1–6	6–18	5–27	13–58	10–39	21–58
Pb	6–51	2–32	3–223	2–53	2–136	7–17	15–58	21–113	18–359
Cd	0.1–0.3	0.1–0.2	0.1–1.2	0.1–0.8	0.1–2.1	0.1–0.3	0.2–0.6	0.2–0.3	0.2–1.1
Ni	20–32	4–41	9–40	3–10	4–18	3–27	10–18	12–30	11–22
Zn	55–105	10–75	19–100	1–16	2–35	5–67	46–118	42–115	42–209

В городских почвах выявлено широкое варьирование микробиологических показателей, содержание $C_{\text{мик}}$ составило $75\text{--}1055 \text{ мкг С г}^{-1}$, а БД – $0.13\text{--}2.37 \text{ мкг CO}_2\text{--С г}^{-1} \text{ ч}^{-1}$. Величина $C_{\text{мик}}$ изученных почв составила в среднем 350, 399 и 365 мкг С г^{-1} , а БД – 0.60,

0.77, 0.64 мкг $\text{CO}_2\text{-C г}^{-1} \text{ ч}^{-1}$ для *СП*, *Ш* и *М* соответственно. Содержание $\text{C}_{\text{мик}}$ в почве рекреационной зоны достигало в среднем 335, 594, 429 мкг C г^{-1} для *СП*, *Ш* и *М*, а в промышленной зоне – было меньше на 25, 63 и 29 % соответственно. Скорость БД в рекреационной зоне *СП*, *Ш* и *М* была в среднем 0.79, 0.99, 0.83 мкг $\text{CO}_2\text{-C г}^{-1} \text{ ч}^{-1}$, а в промышленной – также показано ее значимое уменьшение (на 15, 41 и 43 % соответственно). В малых городах почвы промышленной зоны сдержали значимо меньше микробной биомассы по сравнению с соответствующей селитебной или рекреационной (для *СПа* и *Ш* соответственно), а в мегаполисе – различий между функциональными зонами не обнаружено (рис. 1). Скорость микробного дыхания почв малых городов практически не различалась в разных функциональных зонах, а в мегаполисе – она была значимо выше в рекреационной зоне (рис. 2).

Показатель $q\text{CO}_2$ промышленной зоны *СП* и *Ш* (3.38 и 2.74 мкг $\text{CO}_2\text{-C мг}^{-1} \text{C}_{\text{мик}} \text{ ч}^{-1}$ соответственно) был в среднем выше (на 21 и 37 %), чем в соответствующей рекреационной, а для почвы *М* – различий не выявлено. Отношение $\text{C}_{\text{мик}} / \text{C}_{\text{орг}}$ в рекреационной зоне *СП*, *Ш* и *М* составило в среднем 0.87, 0.99 и 1.0 %, а в промышленной зоне – на 35, 51 и 36 % меньше соответственно. Очевидно, что интегральные показатели ($q\text{CO}_2$ и $\text{C}_{\text{мик}} / \text{C}_{\text{орг}}$) могут свидетельствовать о нарушении экофизиологического статуса микробного сообщества почвы и определенном ухудшении «качества» органического углерода почвы промышленной зоны городов.

Для городских почв Москвы был выполнен анализ главных компонент. Оказалось, что наибольший вклад в первую ось (фактор) вносят микробиологические ($\text{C}_{\text{мик}}$, БД, $q\text{CO}_2$, $\text{C}_{\text{мик}}/\text{C}_{\text{орг}}$) и химический (рН) показатели. Во вторую ось наибольший вклад вносят поллютанты (Pb, Cu, Ni). Первые два фактора описывают 48 % вариации экспериментальных данных, указывая на значимость и взаимосвязь изученных микробиологических и химических свойств городских почв. Показано также, что наиболее загрязненные почвы мегаполиса (преимущественно промышленной зоны) локализованы в верхней части рис. 3.

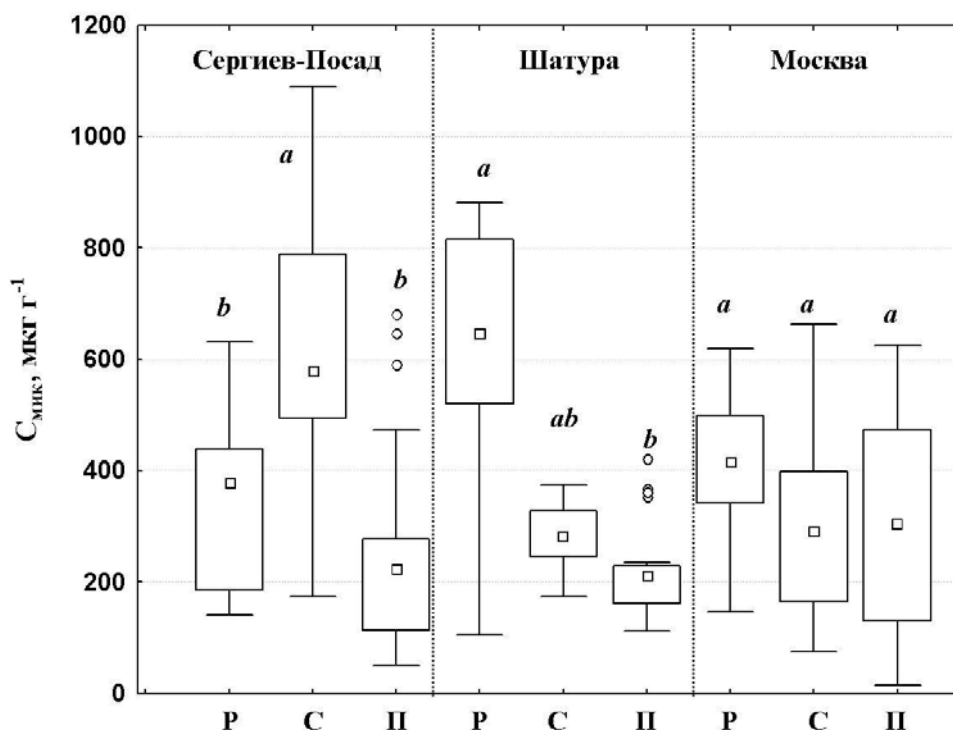


Рисунок 1. Распределение («ящик» – 50 %, «усы» – 50 %, мера центральной тенденции – медиана) содержания углерода микробной биомассы ($\text{C}_{\text{мик}}$) городских почв рекреационной (Р), селитебной (С) и промышленной (П) зон в городах Московской обл. (зоны с разными буквами значимо различаются для каждого города отдельно, метод множественных сравнений, критерий Краскелла-Уоллиса, $p < 0.05$).

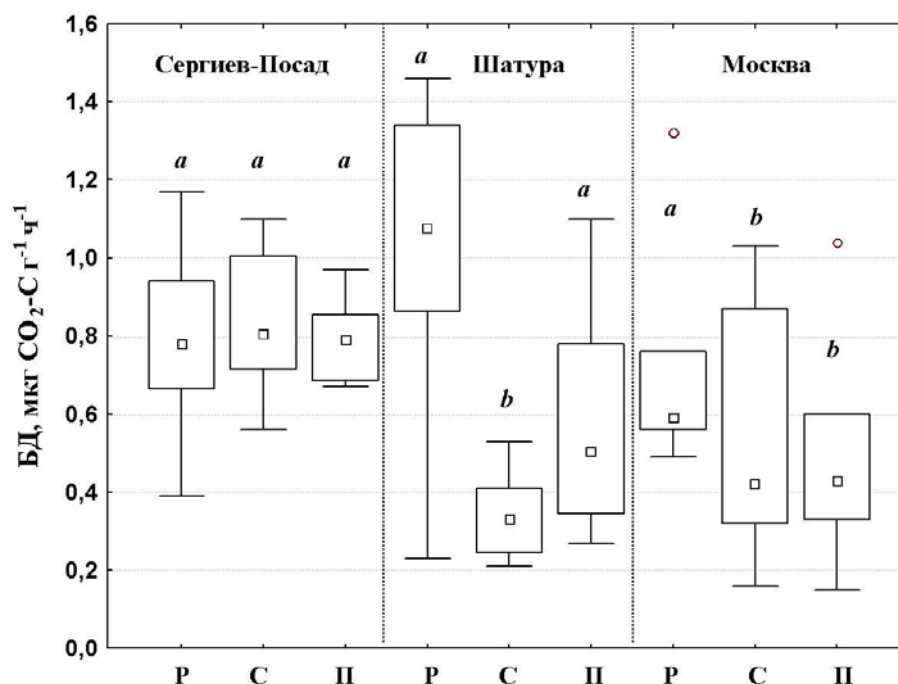


Рисунок 2. Распределение («ящик» – 50 %, «усы» – 50 %, мера центральной тенденции – медиана) скорости базального дыхания (БД) городских почв рекреационной (Р), селитебной (С) и промышленной (П) зон в городах Московской обл. (зоны с разными буквами значимо различаются для каждого города отдельно, метод множественных сравнений, критерий Краскелла-Уоллиса, $p < 0.05$).

Далее, найдена информация о площади разных функциональных зон Москвы. Оказалось, что площадь Р, С и П зон составила 27,5, 32,2 и 15 тыс. га (<http://stroimsk.ru> Приложение к ФЗ №17 «О генеральном плане г. Москвы» от 05.05.10). Учитывая скорость базального (микробного) дыхания почв разных функциональных зон мегаполиса, мы рассчитали их вклад в продуцирование CO_2 . Территория рекреационной зоны Москвы обеспечивает почти 50 % потока CO_2 в атмосферу, а селитебная и промышленная – 35 и 15 % соответственно.

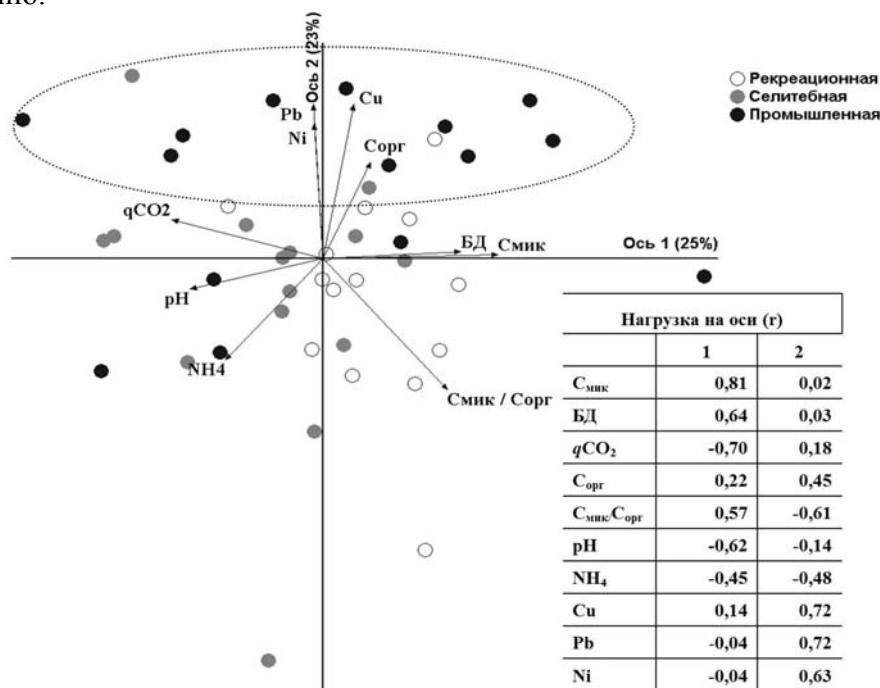


Рисунок 3. Анализ главных компонент для химических ($C_{\text{орг}}$, pH, NH_4 , Ni, Cu, Pb) и микробиологических ($C_{\text{мик}}$, БД, $q\text{CO}_2$, $C_{\text{мик}}/C_{\text{орг}}$) показателей почв Москвы.

Таким образом, изученные микробиологические показатели функционирования городских почв могут свидетельствовать о «напряженности» протекающих в них микробиологических процессов и, как следствие, ухудшения их экологического состояния с увеличением антропогенной нагрузки.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ананьева Н.Д., Сусьян Е.А., Гавриленко Е.Г.* Особенности определения углерода микробной биомассы методом субстрат-индуцированного дыхания // Почвоведение. 2011. № 11. С. 1327–1333
2. *Добровольский Г.В., Никитин Е.Д.* Функции почв в биосфере и экосистемах. М.: Наука, 1990. 261 с.
3. *Заварзин Г.А., Кудеяров В.Н.* Почва как главный источник углекислоты и резервуар органического углерода на территории России // Вестник Российской академии наук. 2006. Т. 76. № 1. С. 14–29.
4. *Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве.* Гигиенический норматив (ГН 21.7-2042-06). 2006.
5. *Прокофьева Т.В., Строганова М.Н.* Почвы Москвы (почвы в городской среде, их особенности и экологическое значение). Серия Москва биологическая. М.: ГЕОС. 2004. 60 с.
6. *Строганова М.Н., Мягкова А.Д., Прокофьева Т.В.* Роль почв в городских экосистемах // Почвоведение. 1997. № 1. С. 96–101.
7. *Abrahams P.W.* Soils: their implications to human health // Sci. Total Environment. 2002. V. 291. P. 1–31.
8. *Anderson J.P.E., Domsch K.H.* A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils // Soil Biol Biochem, 1978, V. 10, N 3, p. 215–221
9. *Blum W.E.H.* Functions of soil for society and environment // Reviews in Environmental Science and Bio / Technology. 2005. V.4. P. 75–79.
10. *Jenkinson, D.S., Ladd, J.N.* 1981. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: Paul, E.A., Ladd, J.N. (Eds.), Soil Biochemistry, vol. 5. Dekker, New York, pp. 415–471.
11. *Martens R.* Current methods for measuring microbial biomass C in soil: Potentials and limitations // Biol. Fertil. Soils. 1995. V. 19. № 2–3. P. 87–99.
12. *Strogonova M.N., Maygkova A.D., Prokofeva T.V., Scvortsova I.N.* Soils of Moscow and urban environment / M. 1988. 177 с.

УДК 550.84:552.578.2 (571.568)

МИГРАЦИЯ И АККУМУЛЯЦИЯ ТЕХНОГЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ В АРКТОТУНДРОВЫХ ПОЧВАХ (НОВОСИБИРСКИЕ ОСТРОВА)

В.Л. Качинский

Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, buon2007@mail.ru

В работе рассматриваются особенности миграции и аккумуляции техногенных углеводородов в арктотундровых почвах острова Большой Ляховский (Новосибирские острова). Выявляется характер воздействия различных природных факторов на поведение органических поллютантов в почвах.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования поведения нефтепродуктов в почвах арктотундровых территорий определяется с одной стороны все возрастающим техногенным воздействием здесь на наземные экосистемы в результате добычи углеводородного сырья, с другой стороны – низкой скоростью самоочищения почв от органических поллютантов. В этой свя-

зи цель данной работы – выявление природных факторов, определяющих способность почв к самоочищению от углеводородов в арктических условиях.

На полуострове Кигилях острова Большой Ляховский (архипелаг Новосибирские острова) в 60-е гг. XX в. началась эксплуатация военных баз, где были созданы объекты инфраструктуры и куда осуществлялся завоз нефтепродуктов для обеспечения работы техники и отопления. В 90-х гг. функционирование баз прекратилось и в настоящий момент здесь существует множество заброшенных военных объектов, являющихся источниками загрязнения почв углеводородами и требующих рекультивации.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Экспедиция на Новосибирские о-ва была организована в 2012 году Русским географическим обществом. В полевых условиях исследовались почвы о-ва Большой Ляховский (п-ов Кигилях), в разной степени загрязненные техногенными углеводородами. Их источником были остатки нефтепродуктов (дизельное топливо и трансформаторное масло) в многочисленных бочках, образующих скопления различной конфигурации и площади на поверхности почвенного покрова. Исследования проводились в пределах четырех ключевых участков: «Бывшая военная база», «Поселок геологов», «гора Малакатын» и фоновый. На первом участке были изучены битуминозные оглеивающиеся почвы водораздельной и приводораздельной поверхности, криоземы байджарахов, криоземы склона и дерново-глеевые почвы днища и слаборазвитые почвы тальвега ложбины. В пределах второго участка исследованы битуминозные криоземы оглеивающиеся морского берега, на третьем участке – горные скелетно-щебнистые почвы. В пределах фонового участка исследованы криозем байджараха и склона и дерново-глеевая почва днища ложбины.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Особенности радиального распределения гексановых битумоидов.

Почвы, *загрязненные дизельным топливом*. На участке «Поселок геологов» в пределах контура скопления тары (металлические бочки из под топлива) у битуминозных оглеивающихся почв, сформировавшихся по криоземам глееватым, наблюдается преимущественно регрессивно-грунтово-аккумулятивный тип радиального распределения гексановых битумоидов. Максимумы их содержания отмечаются на глубинах 0–10 и 30–40 см. Такой тип распределения объясняется, возможно, влиянием экранирующего геохимического барьера – многолетней мерзлоты, находящейся на глубине около 40 см, в меньшей степени – воздействием грунтовых вод (уровень залегания 2–3 м).

В пределах участка «Бывшая военная база» тип радиального распределения гексановых битумоидов в битуминозных оглеивающихся почвах – аккумулятивный со второго от поверхности слоя. Это явление, возможно, вызвано растеканием углеводородов по поверхности почв из-за усиливающейся тиксотропности и оглеения суглинистого субстрата, а также наличием большого количества бочек – источников подновления загрязнения почв углеводородами.

Почвы, *загрязненные трансформаторным маслом*. В пределах участка «Бывшая военная база» битуминозные оглеивающиеся почвы по криоземам глееватым на суглинистых породах характеризуются аккумулятивным типом радиального распределения содержания гексановых битумоидов: очень высокие их содержания отмечаются в битумных корках, существенно меньшие – в надмерзлотных криометаморфических горизонтах. Высокие содержания гексановых битумоидов в битумных корках обусловлены накоплением этих веществ за счет сорбции наиболее тяжелых смолистых компонентов битумоидов тонкодисперсной фазой глинистого субстрата.

В радиальном направлении тип битумоида изменяется от смолистого в битумных корках (0–5 см) до маслянистого в криометаморфических горизонтах (5–70 см). Этот факт объясняется процессом фронтального просачивания углеводородов по почвенному профилю, приводящего, по-видимому, к фракционированию изучаемых веществ. Одним из

факторов замедления радиальной миграции битумоидов, вероятно, здесь является низкая водопроницаемость суглинистых почвообразующих пород. Однако на глубинах 20–50 см в крупных маслянистых пятнах содержания гексановых битумоидов резко возрастает, что связано с радиальной миграцией изучаемых веществ по криогенным трещинам.

Особенности латерального распределения гексановых битумоидов.

Почвы, загрязненные дизельным топливом. Содержания гексановых битумоидов маслянистого типа в дернинах почв 150–метрового склонового геохимического сопряжения уменьшаются более чем в пять раз с увеличением расстояния от источника загрязнения. В минеральных криометаморфических горизонтах почв сопряжения тип гексановых битумоидов изменяется от маслянистого вблизи источника загрязнения до легкого на удалении 100–150 м. Повышенные содержания гексановых битумоидов маслянистого типа наблюдаются в месте «смыкания» (расстояние от источника порядка 200 м) поверхностного и внутрипочвенного геохимических потоков, находящегося в нижней части склона. В пределах днища ложбины шириной 50–200 м с поверхности почв содержание гексановых битумоидов (в основном маслянистого типа) в дернинах в 3–5 раз выше, чем почвах тальвегов, где накапливаются битумоиды легкого типа.

Снижение содержания гексановых битумоидов в дернинах почв склона по мере удаления от источника загрязнения, по-видимому, вызвано процессом латерального фракционирования углеводородов. Повышенные содержания гексановых битумоидов в почвах днища ложбины и пониженные – в почвах тальвега, вероятно, связаны с более интенсивными процессами сорбции в почвах днища и более интенсивными процессами выноса углеводородов в пределах тальвегов.

Влияние щебнистости на поведение гексановых битумоидов.

Содержания гексановых битумоидов варьирует от 146 600–124 000 мг/кг (битумная корка, 0–1 см) и 39 000–42 000 мг/кг (1–10 см) в битуминозных оглеивающихся почвах до 202 000–75 800 мг/кг (битумная корка, 0–1 см) и 44 600–1 900 мг/кг (1–10 см) в горных скелетно-щебнистых. На глубинах 1–10 см в битуминозных горных скелетно-щебнистых почвах тип гексанового битумоида преимущественно маслянистый.

От битуминозных оглеивающихся почв к горным скелетно-щебнистым происходит: 1) увеличение среднего содержания гексановых битумоидов (на 20 %) от 134 250 мг/кг до 167 200 мг/кг на глубинах 0–1 см; 2) смена типа гексановых битумоидов в битумной корке (0–1 см) от смолистого до смолисто-асфальтенового; 3) уменьшение вариабельности содержания гексановых битумоидов на глубинах 0–1 см (от 14.4–42.2 % до 8.6–16.9 %) и увеличение (от 31.6–63.7 % до 11.5–138.4 %) этого показателя на глубинах 1–10 см. Это вызвано повышенной аэрацией из-за сильной щебнистости и отсутствия оглеения, что способствует усилению самоочищения почв от углеводородной части гексановых битумоидов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ананьева Г.В., Дроздов Д.С., Инстанес А., Чувиллин Е.М.* Нефтяное загрязнение слоя сезонного оттаивания и верхних горизонтов многолетнемерзлых пород на опытной площадке «Мыс Болванский» в устье р. Печора // Криосфера Земли. 2003. Т. VII, № 1. С. 49–59.
2. *Геннадиев А.Н., Пиковский Ю.И.* Карты устойчивости почв к загрязнению нефтепродуктами и полициклическими ароматическими углеводородами: метод и опыт составления // Почвоведение. 2007. № 1. С. 80 – 92.
3. *Гильдеева И.М.* Влияние сезонных процессов промерзания-оттаивания грунта на эволюцию нефтяных загрязнений в Арктических районах /Под ред. В.К. Шиманского. – СПб.: Недра, 2003. – 122 с.

4. *Глянцева Ю.С., Зуева И.Н., Чалая О.Н., Лифшиц С.Х., Ерофеевская Л.А.* Влияние нефтедеструкторов на деградацию нефтезагрязнения почв в субарктических условиях при аварийном разливе дизельного топлива «Арктика» // Наука и образование. 2011. №1. С. 66 – 71.
5. *Инвентаризация источников загрязнения* на территории бывших военных объектов, расположенных на Новосибирских островах. Заключительный отчет по выполнению контракта NCS-NPA-Arctic-20/2010 от 31.08.10. Фонд Полярных исследований «Полярный фонд», М., 2010.
6. *Пиковский Ю.И.* Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993. 208 с.
7. *Русанова Г.В.* Деградация криогенных почв в районах нефтегазоразведочных работ // Почвоведение. 2000. №2. С. 252 – 261.
8. *Солнцева Н.П., Гусева О.А., Горячкин С.В.* Моделирование процессов миграции нефти и нефтепродуктов в почвах тундры // Вест. Моск. ун-та. Серия 17. Почвоведение. 1996. № 2. С. 10 – 17.
9. *Солнцева Н.П.* Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов, М.: Из-во Моск. ун-та, 1998. 376 с.
10. *Чувиллин Е.М., Микляева Е.С.* Полевой эксперимент по оценке нефтяного загрязнения верхних горизонтов многолетнемерзлых пород // Криосфера Земли. 2005. Т. IX, № 2. С. 60 – 66.
11. *Sparrow S.D., Sparrow E.B.* Microbial biomass and activity in a subarctic soil ten years after crude oil spills // J. environm. Qual, 1988. Vol. 17. № 2. P. 304–309.
12. *Sparrow E.B., Sparrow S.D.* An oil spill study – 10 years later // J. environm. Qual, 1989. Vol. 21. № 1. P. 5–8.

Работа рекомендована д.г.н., проф. А.Н. Геннадиевым.

УДК 631.47

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ГУБЕРНИЙ ПО ПОЧВЕННОЙ КАРТЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ 1900 г.

В.А. Кириллова

Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова

Информация, содержащаяся на Почвенной карте Европейской России 1900 г., была извлечена и преобразована в серию цифровых карт природных характеристик, оказывающих непосредственное влияние на хозяйственное использование земель. В результате получены первые картографические оценки суммы агрономически значимых параметров и земледельческого качества территории, которые будут использованы в ходе дальнейших междисциплинарных исследований (историков и почвоведов) для выявления роли почвенного покрова в хозяйственном освоении центральных губерний Европейской России в XVIII веке.

Рождение новой информационной среды развития исторической науки во многом обусловлено возможностью доступа к историческим источникам, а также появлением новых способов извлечения исторической информации из них. Изменилась не только методика и техника исследования, которые, безусловно, влияют на способы фиксирования, сохранения и передачи информации, но и сами представления о тематике, задачах и о возможностях исторических исследований [6].

Раздел исторической информатики, который связан с изучением пространственных закономерностей исторических процессов и явлений, привлекает внимание, как историков, так и представителей естественнонаучных дисциплин, изучающих изменчивость сво-

его объекта во времени. Привлечение исторических карт существенно дополняет источниковую базу любого исследования.

Однако, исследования с применением геоинформационных систем еще не столь популярны в отечественной историографии. Можно указать только одну серию работ, в которой геоинформационные системы служат основой исторического исследования. Это работы Н.В. Пиотух [8, 9], в которых ГИС, созданные на основе Писцовых книг и материалов Генерального межевания, применяются для изучения хозяйственной деятельности крестьянства России в XVII–XVIII вв.

Помимо этих работ можно также выделить отдельные публикации историков России и Ближнего Зарубежья, в которых рассматриваются различные аспекты применения ГИС в исторических исследованиях и практически незатронутыми остаются общие проблемы и методика применения [1, 4, 5, 7, 10].

Процессы междисциплинарной интеграции и информатизации научных исследований во многом определяют актуальность поставленной темы. Эти процессы касаются как естественных, так и гуманитарных наук.

Исследование взаимодействия общества и природной среды – одна из центральных проблем как общественных, так и естественных наук. Изучение того, как общество прошлого использовало природную среду, позволяет показать возможности и естественно-географические преимущества, которые предоставляла каждому из обществ его территория, и одновременно те ограничения, которые она накладывала на его развитие.

Проведённые в 1882–1887 годах Докучаевым и его учениками работы по оценке почв в Нижегородской губернии стали первым, не имеющим аналогов ни в России, ни за границей опытом такого масштаба и характера – исследование почв в связи с окружающей средой. Необходимость проведения такого рода исследования была обусловлена бурным развитием новых капиталистических форм хозяйства после реформы 1861 года. Земля стала объектом купли и продажи, закладки, аренды и других операций. Всё это требовало неременной объективной оценки земельных угодий, и земство выдвинуло свой заказ – дать научный метод определения ценности почв. Докучаевские работы в Нижегородской губернии дали новый – генетический принцип для выделения почвенных единиц, названных Докучаевым типами почв, принцип пригодный для всех климатов и районов обширного Российского государства. С применением идей Докучаевского генетического почвоведения почвенная картография приобрела высокое производственное значение и стала основой инвентаризации основного средства производства [2].

На основе исследований Нижегородской и других губерний в 1900 г. была опубликована сводная Почвенная карта Европейской России масштаба 60 вёрст в дюйме или 1:2520000 (рис.1). Эта карта в том же году была экспонирована на Международной выставке в Париже и получила высшую награду. Карта Европейской России, составленная Н.М. Сибирцевым, Г.И. Танфильевым и А.Р. Ферхминым (ред. В.В. Докучаев), была первой почвенной картой, основанной на конкретных полевых почвенно-картографических работах.

Целью нашей работы было установить по Почвенной карте Европейской России агрономически значимые параметры различающихся участков земель и определить агро-экологические связи между ними.

Для достижения данной цели была поставлена задача извлечь и подготовить атрибутивную информацию, содержащуюся на Почвенной карте Европейской России, чтобы построить серию тематических карт природных характеристик, оказывающих непосредственное влияние на хозяйственное использование земель.

Любая почвенная карта может служить источником разной информации: как характеристик, содержащихся на ней в явном виде, так и параметров, трансформируемых из других расчётным либо экспертным путём. Детальное изучение легенды, пояснительного текста, а также особенностей классификации, использованной при создании карты, позволило выделить несколько пластов информации.

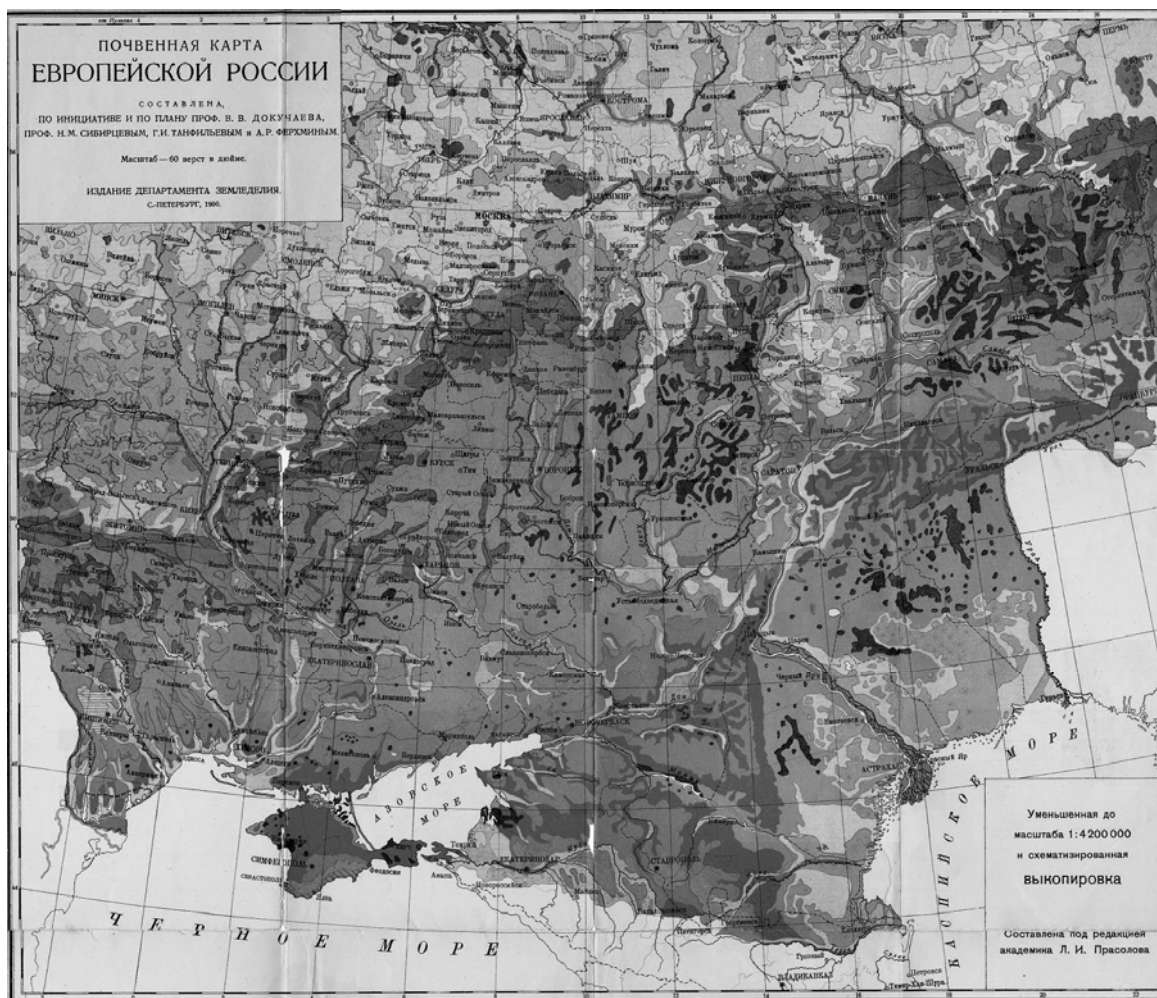


Рисунок 1. Почвенная карта Европейской России (1:2520000) Н.М. Сибирцев, Г.И. Танфильев, А.Р. Ферхмин (ред.В.В.Докучаев), 1900.

На первом этапе работы в ГИС MapInfo были оцифрованы два слоя карты: почвенный покров и территориально-административное деление (границы уездов губерний).

Основными источниками информации стали легенда к Почвенной карте Европейской России, собрания сочинений В.В. Докучаева, в частности Нижегородские работы [2, 3], труды Н.М. Сибирцева по классификации почв [11, 12], а также использовалась Карта почвообразующих пород Европейской части СССР (1:4000000) 1968 г. П.Н. Чижикова для уточнения гранулометрического состава.

По результатам собранной информации вся территория была разделена на следующие группы образований: почвы, солонцы, аллювиальные почвы и непочвенные образования: рыхлые бугристые пески, солёные грязи, хаки, неразвившиеся или смывные почвы.

Солонцы и аллювиальные почвы были выделены в отдельные группы ввиду большого разнообразия данных и невозможности их обобщения. Они, как и непочвенные образования, были исключены из рассмотрения.

После анализа полученного объема данных, было выделено два агрономически значимых параметра: гранулометрический состав и содержание перегноя (%). Именно эти параметры встречаются в описаниях практически всех типов почв и наиболее удобны для обобщения и ранжирования.

Гранулометрический состав

В обработанной литературе и картах встречаются следующие характеристики гранулометрического состава: суглинки, суглинистый и глинистый, суглинистый, суглино-

супесь, супесь, глинистый, суглинки и суглиносупеси, супеси и глинистые пески, рыхлый песок. Эти варианты объединены в градации, а затем ранжированы в зависимости от поставленных задач: по лёгкости обработки и по степени закрепления питательных веществ, поступающих с удобрением (табл. 1).

Ранжирование проводилось с учётом оценок, данных В.В. Докучаевым в Материалах к оценке земель.

По полученным балльным оценкам были построены тематические карты оценки лёгкости обработки земель (рис. 2а) и оценки степени закрепления питательных веществ, поступающих с удобрением (рис. 2б).

Таблица 1. Гранулометрический состав.

Выделенные градации	Ранжирование (диапазоны)	
	По лёгкости обработки	По степени закрепления питательных веществ
глинистый	1	6
суглинистый и глинистый	2	5
суглинистый	3	3–4
легкосуглинистый	3–4	1;3
супесчаный	6	2
рыхлый песок	5	2

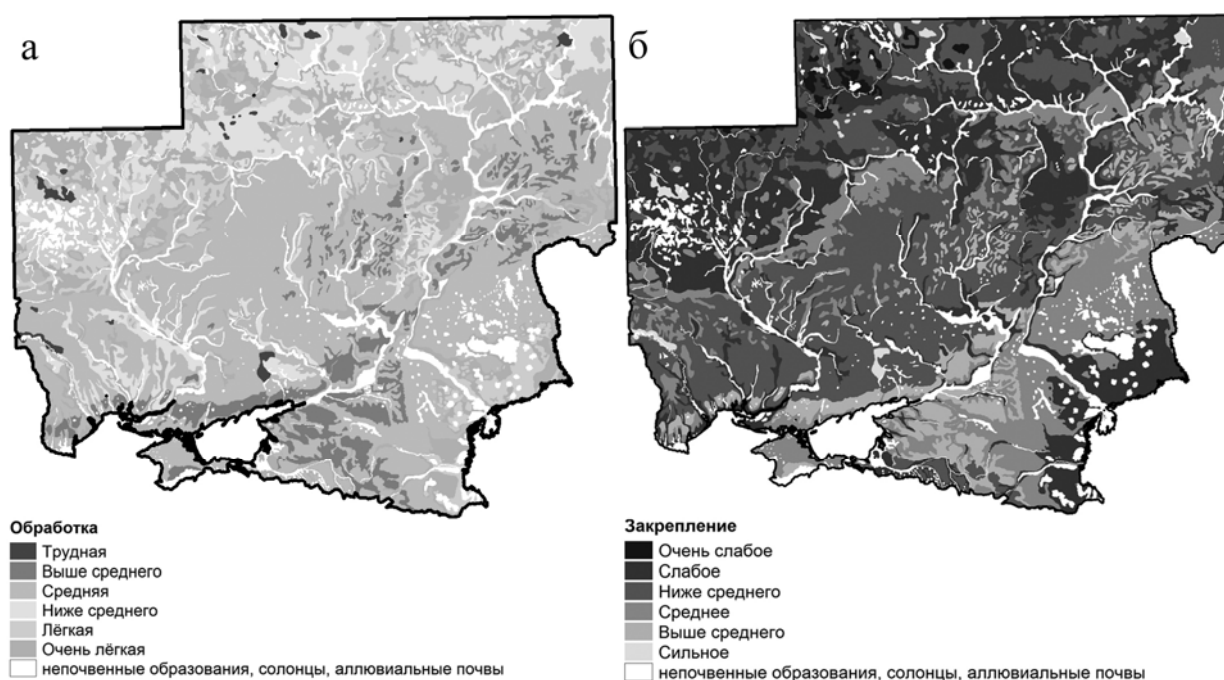


Рисунок 2. а – оценка лёгкости обработки земель;
б – оценка степени закрепления питательных веществ.

На карте оценки лёгкости обработки земель, с одной стороны, лёгкость обработки следует за гранулометрическим составом, чем легче по гранулометрическому составу почвы, тем меньше усилий нужно приложить и меньше средств потратить на их обработку, а с другой стороны, почвы совсем лёгкого гранулометрического состава также имеют свои недостатки (2). Так, например, рыхлый песок является крайним в градации гранулометрического состава, однако по результатам ранжирования таковым не является.

Карта оценки закрепления питательных веществ также основана на зависимости степени закрепления вещества от гранулометрического состава: чем тяжелее гранулометрический состав, тем лучше закрепляются вещества. Однако, песчанистые почвы более восприимчивы к свежему удобрению и в первые годы внесения дают более значительный

прирост производства, в то время как суглинистые отзываются на внесение удобрения не так интенсивно, зато дают наибольшую продолжительность использования внесённого удобрения (навоза) (2).

Содержание перегноя

Собранная информация, была объединена в градации, а затем ранжирована для оценки естественного плодородия почв (табл. 2). При ранжировании также учитывались оценки В.В. Докучаева, и по полученным баллам была построена тематическая карта оценки естественного плодородия земель (рис. 3).

По содержанию перегноя исходная информация представлена следующими значениями: около 2, 3–4 до 5, 4–6, 10, 6–10, 3–5, нет данных, 5, 1.5–3, 2–3, 1.5–2, 2–3.5, 1.5–1.8, 1.5–2, 3–5 до 10.

На полученной карте оценки естественного плодородия почв наиболее заметно выделяется черноземная полоса, каштановые почвы южных сухих степей, а также дерновые и подзолистые почвы тяжёлого гранулометрического состава в более северных широтах.

Для получения общей оценки агрономически значимых свойств полученные по всем параметрам баллы были просуммированы (рис. 4а).

Весовой вклад каждого параметра – одинаковый. Поэтому закономерно, что высший балл получил тучный чернозём, чуть ниже все остальные типы чернозёма (средний, шоколадный, слабосупесчаный) и каштановые почвы. Наименьший балл у подзолов и дерновых и подзолистых на песчаных отложениях.

Таблица 2. Содержание перегноя.

Выделенные градации	Ранжирование по естественному плодородию
нет данных	нет данных
1.5–2	1–2
2–3	2–3
3–5	3–4
4–6	3–4
6–10	5

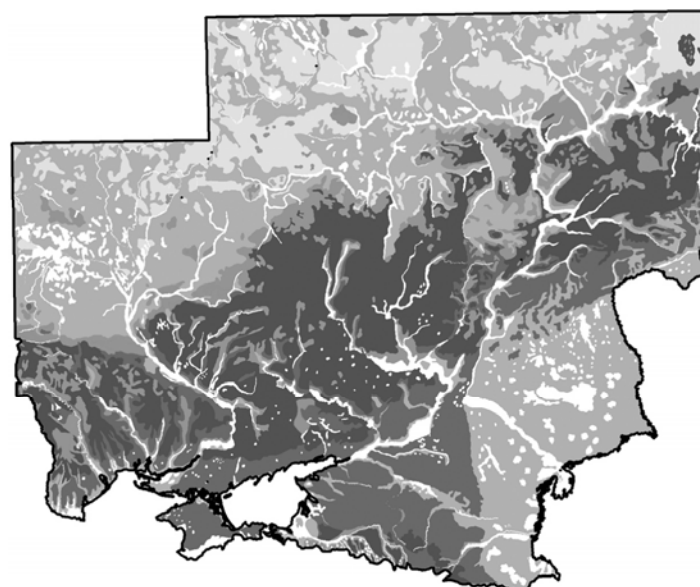
Таким образом, была получена карта, характеризующая природные свойства почв. Однако, в использовании земель население не всегда руководствовалось природными характеристиками. Анализ Материалов к оценке земель показал, что важную роль играл экономический фактор, то есть стоимость обработки земли, которая во многом зависела от лёгкости обработки.

Поскольку оценка проводится с целью её сопоставления с социально-экономическими параметрами того же времени, такими как численность населения, численность крестьянского населения, производство сельскохозяйственной продукции и т.п., нас в большей степени интересует так называемая оценка земледельческого качества территории. Поэтому было принято решение при построении карты оценки земледельческого качества территории параметр «обработка» учесть с коэффициентом 1.5.

Анализ карты (рис. 4б) показывает, что максимальный балл относится к чернозёмной супеси, чуть ниже оценка у дерновых и подзолистых супесчаных и глинистых, а также светлобурых (рыжих) супесей. Наблюдается большая приуроченность высоких баллов к более северным широтам.

В результате работы были получены первые картографические оценки суммы агрономически значимых параметров и земледельческого качества территории Европейской России по Почвенной карте 1900 г.

Полученная картографическая оценка земель центральных губерний будет использована в ходе дальнейших междисциплинарных исследований (историков и почвоведов) для выявления роли почвенного покрова в хозяйственном освоении центральных губерний Европейской России в XVIII в.



Естественное плодородие

- Низкое
- Ниже среднего
- Среднее
- Выше среднего
- Высокое
- Нет данных
- непочвенные образования, солонцы, аллювиальные почвы

Рисунок 3. Оценка естественного плодородия почв.

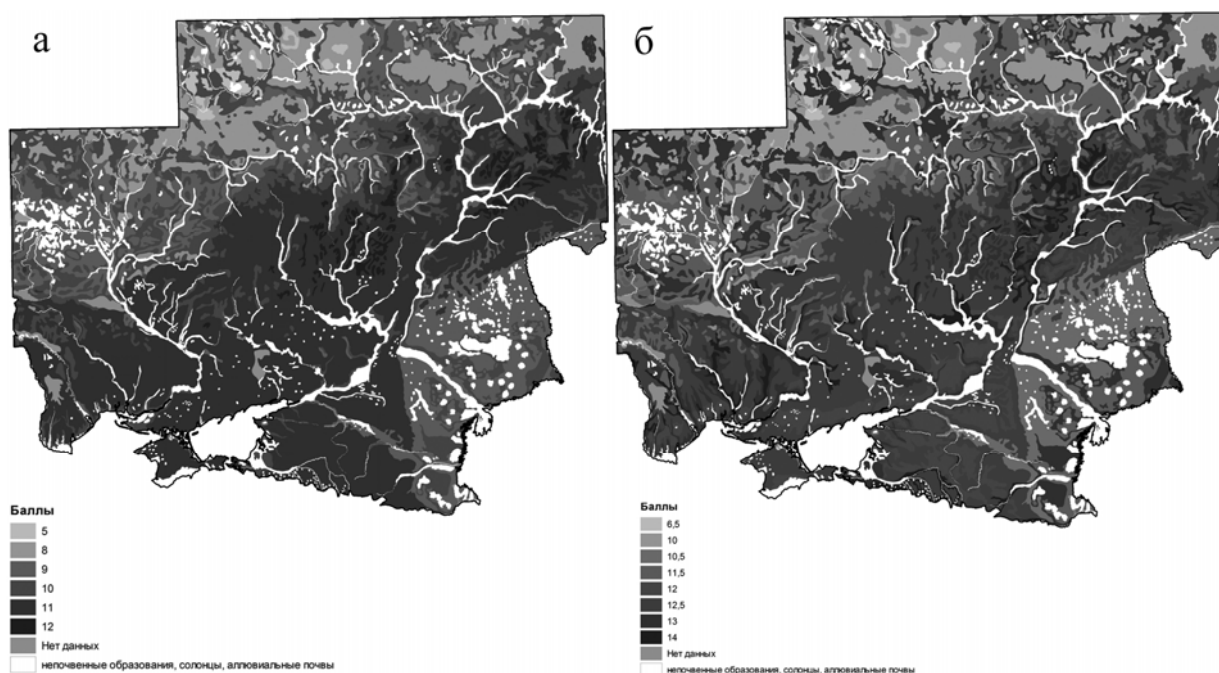


Рисунок 4. а – суммарная оценка агрономически значимых свойств;
б – оценка земельного качества территории [б].

Перевод исторических почвенных картографических документов в цифровую форму, применение методов ГИС позволили значительно повысить информационную ёмкость источника. Использование такой информации для сопоставления с данными Генерального Межевания даст возможность оценить роль почвенного покрова в хозяйственном освоении территории (на основе данных об изменении структуры земельных угодий и численности населения).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Авсейков А.С., Нейфельд Е.А., Рюмкин А.И.* Особенности организации застройки исторического Томска // Круг идей: историческая информатика в информационном обществе. М., 2001. с. 249–259.
2. *Докучаев В.В.* Сочинения, Т.4, М.: Академия наук СССР, 1950, С. 291–295.
3. *Докучаев В.В.* Сочинения, Т.5, М.: Академия наук СССР, 1950, С. 662.
4. *Есипова В.А.* К вопросу о применении геоинформационных систем для нужд археографии // Информационный Бюллетень АИК. М., 1998. № 22. С. 190–196.
5. *Карчевский К.А., Носевич В.Л., Рудько Ю.П.* Электронный атлас-справочник «Губерния» // Новые информационные ресурсы и технологии в исторических исследованиях и образовании. М., 2000. С. 72–74.
6. *Ковальченко И.Д.* Методы исторического исследования. М.: Наука, 2003. С. 118–140.
7. *Лопандя А.В., Толпенков В.А., Клейменова Т.Б.* Использование ГИС-технологий в изучении историко-геоэкологических проблем // Информационный Бюллетень Ассоциации «История и компьютер». М., 2002. № 30. С. 151–152.
8. *Пиотух Н.В.* ARCVIEW: некоторые возможности и новая версия // Информационный бюллетень Ассоциации «История и компьютер». 1996. № 16. С. 45–49.
9. *Пиотух Н.В.* О возможностях компьютерного картографирования при работе сданными писцовых книг начала XVII и материалами Генерального межевания второй половины XVIIIв. // Круг идей: модели и технологии исторической информатики. М., 1996. С. 309–310.
10. *Святец Ю.А.* Проект ГИС для изучения социально-экономических процессов в украинском селе в годы НЭПа //То же. М.: Томск, 2004. № 32. С. 122–123.
11. *Сибирцев Н.М.* Классификация почв в применении к России, Варшава, 1897.
12. *Сибирцев Н.М.* Краткий обзор главнейших почвенных типов России, Варшава, 1898.

Работа рекомендована к.б.н., доц. И.О. Алябиной.

УДК 631.4

МОРФОЛОГИЯ И ГИДРОМОРФОЛОГИЯ ПАХОТНОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.А. Клепикова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет
почвоведения, кафедра физики и мелиорации почв

Изучены особенности морфологии и гидроморфологии пахотной дерново-подзолистой почвы Пушкинского района Московской области. Исследованы основные физических свойства почв разной степени оподзоленности во взаимосвязи с их морфологическими свойствами и спецификой движения влаги в почве. Выявлены особенности транспорта растворенных веществ различных горизонтах почвы методом гидрологической метки с использованием красителябриллиантового голубого.

ВВЕДЕНИЕ

Морфологические свойства почв продолжают оставаться ее базовыми характеристиками. Исследуя их, можно получить представление о режимах, под воздействием которых протекают процессы почвообразования. Поскольку «почва постоянно находится в процессе развития и эволюции, то есть «живет» своей особой почвенной «жизнью», в ней постоянно происходят какие-то изменения и превращения, в том числе и изменения ее морфологии» (цит. по Розанову, 2005, стр.9).

Почва представляет собой сложное природное биокосное тело с огромным количеством полостей и пор разного размера и протяженности. Движение гравитационной влаги осуществляется по межагрегатному поровому пространству, трещинам, ходам живых организмов, корням растений, а значит, может диагностироваться морфологически (Умарова, 2011). Поэтому, весьма перспективно изучение водных потоков в почвах с учетом морфологии почвенных горизонтов и профиля в целом.

Целью работы явилось: изучение особенностей морфологии и гидроморфологии пахотной дерново-подзолистой почвы Московской области. В задачи исследования вошло изучение основных физических свойств изучаемого объекта, и выявление закономерностей взаимосвязи морфологических свойств и движения влаги в почве.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на территории опорного пункта почвенного института им. Докучаева, расположенного в с. Ельдиго Пушкинского района Московской области. Объектом исследования явилась пахотная дерново-подзолистая почва. Было изучено строение почвенного покрова пахотного участка траншейным методом. На траншее (рис.1) глубиной 2.3 м и длиной 24 м проводилось изучение морфологических свойств почв, определение влажности, плотности, пенетрации, впитывания с шагом 0.25 м.

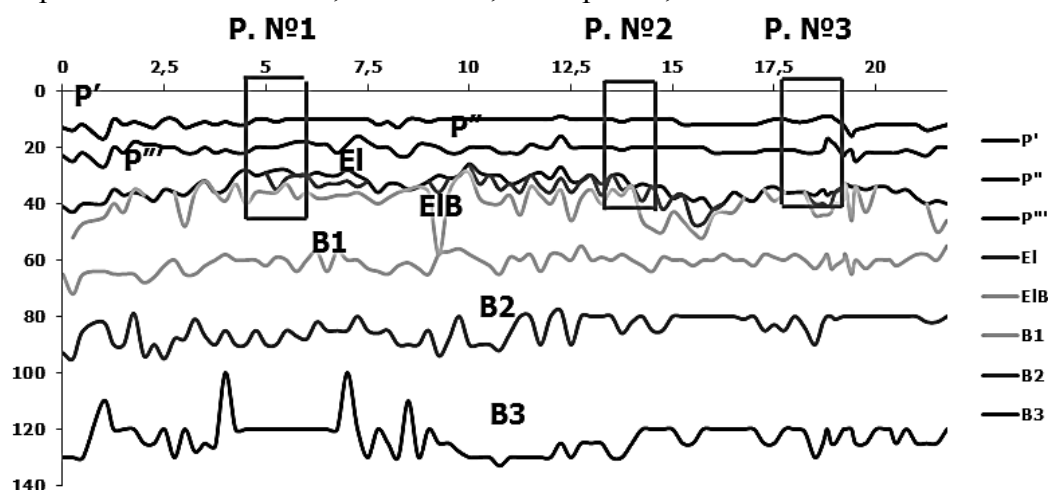


Рисунок 1. Границы горизонтов исследуемой траншеи.

В зависимости от особенностей морфологического строения в границах траншеи были выбраны три ключевые точки с общим профилем вида P'-P''-P'''-EI-EIB-B1-B2-B3, различающиеся выраженностью оподзоленного горизонта: его мощностью и строением нижней границы (рис. 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Верхний пахотный горизонт состоял из трех частей. Согласно морфологическому описанию траншеи (Ельдиго, 22.07.2012), характеристика данных горизонтов следующая:

P' – серый с буроватым оттенком, свежий, неоднородный по плотности от рыхлого до уплотненного, средний суглинок, структура порошисто-комковатая, местами мелко-глыбистая, часто формируются крупные бусы по корням, корней много разного размера, ходы червей.

P'' – немного светлее предыдущего, свежий, уплотнен, средний суглинок, структура глыбисто-комковатая, неоднородная, комки разного размера от 0.5 до 8 см, корни тонкие, умеренное количество корней, распространены неравномерно, на срезах хорошо выражена Fe-Mn примазка, переход заметен по структуре, много старых и свежих копролитов.

P''' – (нижняя часть пахотного горизонта, плантажная вспашка 60-х годов) буровато-светло-серый с редкими бурыми вкраплениями, свежий, средний суглинок пылеватый, плотный, структура комковато-глыбистая и массивная комковато-пластинчатая и чешуйчатая; светло-сероватая глинистая кутана, корней мало, тонкие, переход резкий по всем параметрам: окраске, плотности, структуре; в нижних 5 см постепенное осветление.

Горизонт E1 выделялся фрагментарно и был представлен большей частью карманами, имел однородную белесую окраску и комковато-плитчатую структуру. Горизонт E1B имел еще более ярко выраженную карманную границу. Окраска данного горизонта мраморовидная (бурые, белесые и светло-палево-серые пятна), с глубиной количество белесых пятен уменьшалось, в нем присутствовало большое количество червороин и пор разного размера. В горизонте B окраска так же мраморовидная, но преобладало большое количество бурых пятен, увеличивающееся с глубиной; мало червороин, присутствовала трещиноватость, преимущественно вертикального направления; наиболее плотный горизонт во всем профиле.

Определение физических свойств почв показало значительное варьирование распределения плотности по всей длине траншеи.

В табл. 1 представлены минимальные, максимальные и средние значения влажности, плотности и сопротивления пенетрации по горизонтальным площадкам разрезов (табл.1), а так же данные, полученные в целом по траншее.

На глубине около 40 см выделялся переуплотненный слой, именно на этой глубине горизонт P''' сменялся оподзоленным E1 или переходным E1B. На данной глубине так же наблюдалось снижение значений влажности, что может быть обусловлено более легким гранулометрическим составом и особенностями структуры.

Таблица 1. Влажность, плотность и сопротивление пенетрации по траншее и по горизонтальным площадкам исследуемых разрезов.

Горизонт	W, %			ρ_b , г/см ³			P, мПа		
	min	Ср. знач.	max	min	Ср. знач.	max	min	Ср. знач.	max
Траншея									
P' (1 см)	13	18.6	22.7	1.34	1.51	1.67	2.4	2.7	4.4
P''(10 см)	10.3	29.9	22	1.34	1.51	1.66	2.5	3.5	6.1
P''' (20 см)	10.5	13.7	21.3	1.3	1.54	1.67	2.5	3.8	5.7
E1B (40 см)	11.5	15.2	18.9	1.48	1.62	1.7	2.5	4	5.1
B (60 см)	12.4	16.9	20	1.41	1.54	1.67	3.1	3.6	4.6
Разрез №1									
P' (1 см)	4.2	13.4	24	1.1	1.4	1.67	1.2	2.9	4.9
P'' (5 см)	6.3	12.7	33.3	1.3	1.42	1.67	1.6	4.3	5.4
P''' (9 см)	4.6	12.3	16.7	0.97	1.27	1.67	1.7	3.3	4.5
E1-E1B (29 см)	5.6	18.5	16.7	1.06	1.33	1.67	2.2	3.6	4.4
E1-E1B (33 см)	6.7	10.3	16.7	1.07	1.32	1.43	2.9	3.6	4.3
B1 (39 см)	5.9	11.5	23.1	1.23	1.43	1.67	2.9	3.4	4.5
B1 (43 см)	7.1	12.8	20	1.06	1.32	1.41	2.7	3.6	4.4
B1 (47 см)	2.8	12.4	21.4	1.5	1.6	1.67	2.7	3.6	4.1
Разрез №2									
P''' (21 см)	6.3	12.7	26.7	0.88	1.31	1.67	2.6	3.9	4.6
P''' (25 см)	7.1	14.1	28.6	1.15	1.37	1.59	2	3.6	4.6
P''' (29 см)	5.6	11.6	14.3	1.23	1.49	1.67	2.7	3.7	4.3
E1-E1B (38 см)	6.7	17.6	33.3	1.15	1.37	1.67	1.9	2.6	4.1
E1B (42 см)	6.7	14.2	28.6	1.06	1.37	1.59	1.6	2.6	3.4
Разрез №3									
P'''(33 см)	6.3	13.9	20	1.1	1.44	1.67	2.5	3.7	4.3
E1B (37 см)	6.1	13.7	25	1.06	1.42	1.67	3.2	4	4.6
B1 (41 см)	6.3	10.9	20	1.23	1.48	1.67	3.7	4.2	4.8

Отметим, что распределение значений физических величин в почвенных разрезах колеблется примерно в одном диапазоне, хотя в целом по траншее минимальные и средние значения влажности и плотности были несколько выше, чем в разрезах.

Нами был проведен кластерный анализ на основе имеющихся данных (Мешалкина, Самсонова, 2008). Данный метод используется для классификации объектов в относительно однородные группы (кластеры). Было обнаружено, что выбранные разрезы по данным физическим свойствам почв дают полное представление о свойствах всей траншеи.

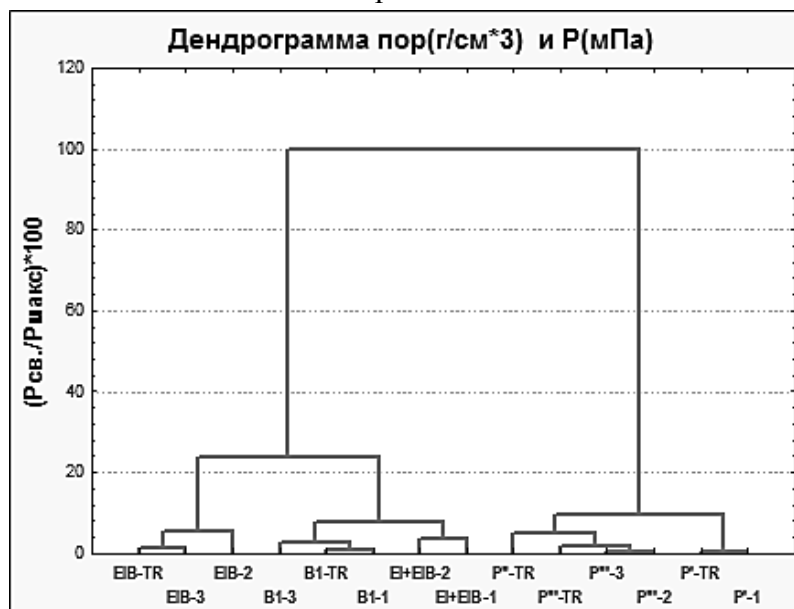


Рисунок 2. Дендрограмма по значениям плотности (г/см^3) и сопротивления пенетрации (мПа).

Все свойства, изученные по разрезам, схожи с траншейными (рис.2). Исключением является верхний пахотный горизонт (по траншее), объединившийся в кластер с переходным EIB и B1. Это объясняется тем, что определение свойств пахотного горизонта проводилось в самом конце исследований, и данная площадка успела иссушиться.

Второй задачей было изучение закономерностей влияния морфологических свойств на движение влаги в различных горизонтах (и на их границах) текстурно-дифференцированной почвы. Для этого были проведены специальные фильтрационные эксперименты, подобные тем, что проводил Е.А. Дмитриев (Дмитриев, 1971), но с использованием другой красящей метки – BrilliantBlue.

Методика заключалась в следующем: на выровненную горизонтальную поверхность почвы устанавливались пластиковые трубки диаметром 4.5 и высотой 10 см, в каждую из которой подавался равный объем краски BrilliantBlue (166 мл). Время впитывания фиксировалось. После того, как раствор полностью профильтровывался, проводили фотосъемку пятен окрашивания с четкой фиксацией местоположения фильтрационной трубки, и по сетке проводилось определение плотности, влажности и сопротивления пенетрации почвы, отбор образцов. Затем площадка срезалась, и на следующем горизонтальном срезе повторяли вышесказанные определения.

На основании всех полученных данных по площадкам были построены изоплоты с использованием программы Surfer 9 для всех изучаемых горизонтов. На каждый график были нанесены контура пятен промачивания. В результате для каждого горизонта были получены картины местоположения площади, через которую проходил поток влаги на фоне пространственного распределения того или иного физического свойства. На рис. 3 контуры пятен окрашивания нанесены на топоизоплоты влажности почв. Оказалось, что влага не двигалась по самым влажным или самым рыхлым участкам, а имела весьма причудливую картину перемещения по сложному поровому пространству почв, во многом обусловленную морфологическим строением горизонтов. Подобные результаты были получены в работах Дмитриева Е.А. (1971), Умаровой А.Б. (2011).

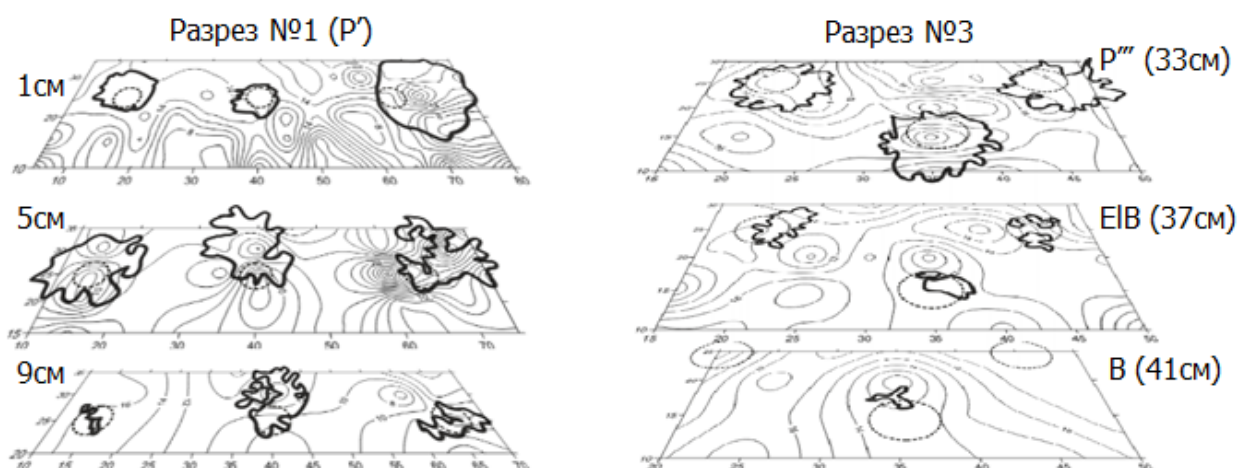


Рисунок 3. Изоплеты влажности и распределения пятен окрашивания горизонта Р' (глубина 1, 5 и 9 см) Разрез №1 и горизонтов Р'''-ЕІВ-В1 (гл. 33, 37 и 41 см) Разрез №3.

Детальное изучение морфологии пятен окрашивания показало следующее: было обнаружено, что в горизонте Р пятна BrilliantBlue имели небольшие размеры и слабосреднюю интенсивность окрашивания; в горизонте ЕІ-ЕІВ пятна краски были точечными по сравнению с Р. Горизонт ЕІВ-В1 отличался большими сплошными пятнами краски с четкими границами, которые с глубиной становились точечными, и интенсивность окрашивания снижалась с глубиной. Только в данном горизонте на некотором расстоянии от основных пятен появлялись затеки красящего вещества, что свидетельствует о выраженности латеральных потоков влаги на этой глубине.

По контурам окрашивания были рассчитаны площади пятен окрашивания (табл. 2) в процентах от площади фильтрационной трубки. Наибольшее увеличение площади наблюдалось в Р горизонте разреза №1, а наименьшее – в нижней части В1, где промачивание шло по вертикальным трещинам на большую глубину. В горизонте ЕІ-ЕІВ высокая сходимость результатов по разрезам 1 и 2, получены одинаковые значения площади окрашивания, сходящие на ноль с глубиной.

Таблица 2. Изменение площади пятен окрашивания относительно площади фильтрационной колонки.

Разрез/горизонт		Глубина, см	Площадь окрашивания по отношению к площади фильтрационной трубки, %			Глубина промачивания раствором BrilliantBlue, см		
Разрез №1	Р'	1	380	256	121	9	10	15
		5	698	697	614			
		9	38	379	150			
	ЕІ-ЕІВ	29	168	257	97	6	5	6 + точечные пятна
		33	9	0	32			
	В1	39	285	178	262	11 + затек	11	12 + затек
		43	217	91	4			
		47	88	93	54			
Разрез №2	Р'''	21	255	457	462	29 (пятно увеличилось)	7	9
		25	33	78	125			
		29	6	0	0			
	ЕІ-ЕІВ	38	284	254	229	7	7	7
		42	0	18	82			
Разрез №3	Р'''	33	322	355	339	9	9 + пятна	9 + точечные пятна
	ЕІВ	37	116	46	61			
	В1	41	0	20	0			

В табл. 2 так же представлены данные по глубине промачивания. Следует отметить, что наибольшей неравномерностью отличался пахотный горизонт, что связано с большим количеством пор, червороин и корней. Меньше остальных промачивался горизонт E1B с фрагментами E1. По-видимому, в оподзоленном горизонте в большей степени выражено латеральное движение, что согласуется с его морфологией.

ВЫВОДЫ

Подводя итоги проделанной работе можно сделать ряд следующих выводов:

1. Проведенные исследования физических и морфологических свойств показало, что выбранные ключевые разрезы траншеи характеризуют пространственное распределение ее свойств в целом.
2. Наличие оподзоленности оказывает сильное влияние на характер движения влаги, ведет к уменьшению глубины промачивания, формированию в оподзоленных горизонтах латеральных потоков влаги, а в нижних минеральных – вертикальных преимущественных потоков воды.
3. Использование раствора BrilliantBlue в целях определения гидроморфологии почвенных горизонтов является перспективным и позволяет проследить пути миграции влаги в почве.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Дмитриев Е.А.* К методике полевого изучения путей передвижения в почве жидкой влаги // Научные доклады Высшей школы. Биологические науки. 1971. №5. с. 125–127.
2. *Мешалкина Ю.Л., Самсонова В.П.* Математическая статистика в почвоведении: Практикум. – М.: МАКС Пресс, 2008 – 84 с.
3. *Розанов Б.Г.* Морфология почв: Учебник для высшей школы. – М.: Академический Проект. 2004. – 432 с.
4. *Умарова А.Б.* Преимущественные потоки влаги в почвах: закономерности формирования и значение в функционировании почв. – М.: ГЕОС, 2011. – 266 с.

Работа рекомендована д.б.н., проф. А.Б. Умаровой и д.г.н., проф. В.О. Таргульяном.

УДК 631.423.4

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ВОДОРАСТВОРИМЫХ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ ПОЧВ

О.С. Кубик

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, kubik-olesia@yandex.ru

Методом хромато-масс-спектропии выявлен качественный состав водорастворимых низкомолекулярных органических кислот (НМОК) в органогенных горизонтах суглинистых почв северной и крайне-северной тайги Республики Коми. Используются две методики – детектирование кислот без изменения химического состава, а также в виде триметилсилированных производных (ТМС). Содержание НМОК, переведенных ТМС, определенных методом ГХ, варьирует в пределах 1.4–13.5 мг/дм³, что соответствует 0.1–1.6 % в пересчете на углерод водорастворимых органических соединений почв.

ВВЕДЕНИЕ

Особенностью целинных биогеоценозов Европейского севера является образование значительных количеств разнообразных водорастворимых низкомолекулярных органических кислот (НМОК), которые обладают рядом экологических функций. Эти соединения, участвуя в глобальном круговороте веществ, в частности в процессах почвообразования,

вливают на последствия загрязнения природных объектов. Образование органо-минеральных комплексных соединений и их миграция – основной способ снижения концентрации тяжелых металлов, радионуклидов и других токсикантов в почвах [1]. Вместе с тем данные по качественному составу водных вытяжек из таежных почв Республики Коми весьма ограничены, количественные характеристики отсутствуют. Результаты исследований зарубежных авторов касаются других типов почв. Главный метод определения кислот – ВЭЖХ. Данным методом в основном определяются алифатические и, как правило, незамещенные кислоты. В результате за пределами исследований остались широко представленные в природе оксикислоты – более сильные соединения по сравнению с карбоновыми кислотами, соединения с высокой реакционной способностью, анионы которых – это полидентантные лиганды, способные образовывать устойчивые комплексные соединения с катионами многих металлов. Провести количественный анализ этой группы соединений возможно методом ГХ/МС.

Поэтому цель данной работы заключалась в изучении природы и содержания водорастворимых низкомолекулярных органических кислот, содержащихся в почвах северной тайги Республики Коми.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследования использовали почвы северо-таежной подзоны Республики Коми. Почвы различаются степенью увлажненности: на вершине увала преобладают глееподзолистая (образец № 1), в понижении формируется торфянисто-подзолисто-глееватая (образцы № 2, 3). Все образцы взяты из органогенных горизонтов, но разной увлажненности и глубины. Номера образцов и их индексы приведены в таблице 1. Растительность обоих участков представлена ельником с примесью березы. Почвенный покров глееподзолистой почвы образуют зеленые мхи, торфянисто-подзолисто-глееватой – политрихум [2].

Водные суспензии готовили при массовом отношении почвы к воде 1:25, встряхивали 15 минут на электромеханической мешалке, фильтровали через бумажный фильтр «синяя лента» (диаметр пор 2 мкм). Углерод органических соединений водных вытяжек из почв ($C_{орг}$) определяли фотометрическим методом по методике дихроматной окисляемости проб различных вод с применением анализатора жидкости «Флюорат-02» (ПНДФ 14.1.2:4 190-03). Относительная погрешность метода δ составляет 15 % ($P = 0.95$) [3]. Использование данной методики имеет ряд преимуществ по сравнению с классическим методом Тюрина, а именно – экономичность, экологичность, меньшие временные затраты [4]. Значения $pH_{вод}$ измеряли потенциометрически, погрешность методики 0.1 ед. pH ($P = 0.95$) [5].

Таблица 1. Объекты исследований

Название почвы	Индекс образца, глубина (см)	№ образца	$pH_{вод}$	ρ , г/дм ³		$\omega(C_{орг})_{НМОК}$, %
				$C_{орг}$	НМОК	
Глееподзолистая	A0 (0–5)	1	4.50	0.344	0.0135	1.6
Торфянисто-подзолисто-глееватая	O1 (0–10)	2	4.15	0.354	0.0064	0.6
	O2 (10–18)	3	3.94	0.429	0.0014	0.1

Примечание. $\rho(C_{орг})$ – массовая концентрация углерода органических соединений водных вытяжек, $\rho_{НМОК}$ – массовая концентрация низкомолекулярных органических кислот (НМОК), $\omega(C_{орг})_{НМОК}$ – массовая доля углерода НМОК от $C_{орг}$.

Качественный анализ водных вытяжек выполняли методом хромато-масс-спектрометрии на спектрометре «TRACE DSQ» корпорации «ThermoElectron» по двум методикам, перевода НМОК в эфиры и триметилсилированные производные [6]. Количественный анализ осуществляли только в отношении кислот, переведенных в триметилсилированные производные, на хроматографе «Кристалл 2000М» с модулем для капиллярных колонок и пламенно-ионизационным детектором. В основе технологии пробоподготовки, проводимых как для качественного, так и для количественного определения органических соединений принята схема А. Мюллера [7] с небольшими изменениями, а именно экстракция кислот, сорбционное концентрирование, высушивание при температуре не более 40 °С, дериватизация, затем выполнение анализа методами ГХ/МС. Ключевой стадией в схеме концентрирования и очистки фракции кислот была их твердофазная экстракция на концентрирующем патроне. Эта технология пробоподготовки позволяет концентрировать соединения в пробе для ГХ-анализа в 20–60 раз. Отличительная особенность пробоподготовки от схемы А. Мюллера заключается в том, что вместо метилирования кислоты подвергали силированию с получением термостабильных и пригодных для ГХ-анализа триметилсилированных производных. Данный способ пробоподготовки повышает на порядок чувствительность определения соединений по сравнению с детектированием их в виде эфиров. Выполняли газохроматографический анализ одной и той же аналитической пробы дважды. Регистрацию и обработку хроматографической информации выполняли, используя компьютерную программу «Хроматек-Аналитик» (СКБ «Хроматэк», г. Марий Эл). С помощью микрошприца МШ-1 отбирали и инжектировали в испаритель хроматографа 0.5 мкдм³ анализируемого раствора. Повторяли ГХ анализ одной и той же аналитической пробы два раза. Обеими методиками определяли НМОК, находящихся в водных вытяжках как форме кислот, так и в форме солей. Относительная погрешность измерения содержания НМОК составляет $+\delta < 3 \%$.

Химический анализ объектов проводили в аккредитованной лаборатории «Экоаналит», отделах почвоведения и Ботанический сад Института биологии Коми НЦ УрО РАН.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Качественный анализ низкомолекулярных органических кислот в водных вытяжках почв.

Все водные вытяжки имеют кислую реакцию ($\text{pH}_{\text{вод}} 3.94\text{--}4.50$) (табл. 1). Две используемые методики качественного определения НМОК дают результаты, дополняющие друг друга, так как идентифицированные органические соединения практически не дублируются. Связано это с различной диэлектрической проницаемостью экстрагентов. Бутилацетат, используемый при детектировании НМОК в виде эфиров, имеет $\varepsilon_1 \approx 6$; этиловый спирт, применяемый при определении кислот в виде их триметилсилильных производных – $\varepsilon_2 \approx 25$. Разница ε определяет перечень НМОК и степень их перехода (эффективность экстракции) из водной фазы в органическую, которая затем анализируется методами хромато-масс-спектропии и газожидкостной хроматографии.

Среди объединенного массива НМОК, как и для почв средней тайги [8], выделены два класса – алифатические и ароматические. Каждый класс дополнительно разбит на две группы – незамещенные (одно- и двухосновные кислоты) и замещенные – в основном оксикислоты (одно-, двух- и трехосновные кислоты, содержащие в составе одну или несколько –ОН групп). Состав водных вытяжек изучаемых почв выявил общие черты, вместе с тем разнуса условий формирования почвопределяет некоторые различия в составе НМОК (табл. 2).

Наибольшее содержание кислот отмечено в подстилке глееподзолистой почвы, расположенной на вершине холма. В торфянисто-подзолисто-глееватой почве их содержание ниже. Можно выделить несколько причин этого явления. Во-первых, различные позиции почв в рельефе – возможно, новообразованные органические соединения, необратимо перемещаются с боковым или латеральным стоком вниз по склону, накапливаясь в более

низких уровнях рельефа. Второй причиной могут быть отличия видового состава живого напочвенного покрова, а соответственно, различия качества органического материала, включающегося в процессы минерализации и гумификации. Наконец, третья – согласно литературным сведениям в этих почвах существенно различается состав микробиоты, функционирование которой является важнейшим механизмом естественного кислотообразования почв [9]. С увеличением степени разложённости органического субстрата уменьшается и разнообразие и содержание водорастворимых органических кислот, что связано с их разложением и трансформацией (полимеризацией).

Таблица 2. Низкомолекулярные органические кислоты водных вытяжек органогенных горизонтов почв, идентифицированные методом хромато-масс-спектрологии по двум методикам: определение в виде триметилсилированных производных (выделено курсивом) и без изменения состава.

Кислоты		Почвы	
		Глееподзолистая	Торфянисто-подзолисто-глееватая
Алифатические	Незамещенные	2-этилгексановая (2-этилкапроновая), <i>пентановая (валериановая)</i>	<i>этандиовая (щавелевая)</i>
		<i>октандекановая (стеариновая), бутандионовая (янтарная), 2,4-гексадионовая (сорбиновая), тетрадекановая (миристиновая), гександекановая (пальмитиновая)</i>	
	Замещенные	<i>2-оксигексановая (2-оксикапроновая), 2-оксипропановая (молочная), 2-оксиэтановая (2-оксиуксусная, гликолевая), 1-оксипропан-1, 2, 3-трикарбоновая (изолимонная), 2,3,4,5,6-пентаоксигексановая (галактоновая), 1,2-диоксипропионовая (глицериновая), оксипропановая (яблочная), 3-оксибутановая (3-оксимасляная), глюконовая (сахарная)</i>	
Ароматические	Незамещенные	бензойная (бензолкарбоновая), фенилуксусная (α -толуиловая)	—
	Замещенные	<i>o</i> -оксибензойная (салициловая), 4-окси-3,5-диметоксибензойная (3,5-диметилгалловая)	—
		<i>бензол-1,2-дикарбоновая (o-фталевая), 4-окси-3-метоксибензойная (ванилиновая), 2,6-дихлорбензойная, 3,4-диоксибензойная (протокатехиновая)</i>	

Количественный анализ низкомолекулярных органических кислот углерода органических соединений в водных вытяжках почв.

Поскольку количественные характеристики по содержанию НМОК получены лишь для той части кислот, которая идентифицирована в виде триметилсилированных производных, то следует учитывать, что масса части кислот (алифатические одно- и двухосновных кислот, табл. 2) не учтена при проведении количественного анализа в виду ограничения возможностей данной методики. Количественный анализ органических соединений, определенных без изменения состава, проведен не был. Таким образом, следует учитывать, что выводы, полученные по закономерностям содержания НМОК в почвах, существенно зависят от способа пробоподготовки объектов исследования, т.к. идентифицируются узкие группы НМОК со специфическими свойствами, что подтверждают низкие значения массовых долей углерода определенных нами кислот (0.1–1.6 % от общего содержания углерода органических соединений вытяжек). Общее содержание НМОК в образцах равно 1.4–13.5 мг/дм³ (табл. 1).

Содержание углерода органических соединений и НМОК в образцах 2 и 3 снижается с глубиной (рис.), что согласуется с ранее полученными результатами [8] и связано с разложением и трансформацией (полимеризацией) новообразованных органических соединений [10].

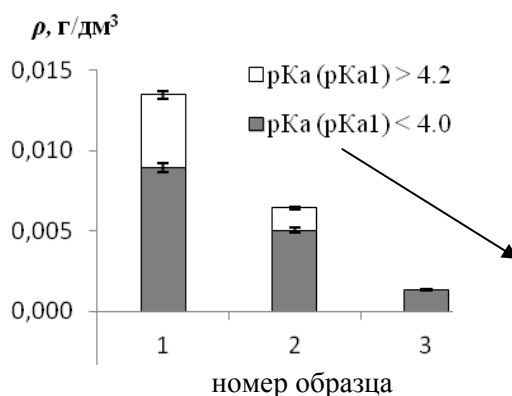


Рисунок. Массовые концентрации НМОК в водных вытяжках образцов почв.

Набор и соотношение кислот разной силы в составе общего количества кислот в различных образцах неодинаковы. В увлажненной торфянисто-подзолисто-глееватой почве доля кислот с низкими значениями рКа, прежде всего, оксикислот – молочной (гидроксипропановой), яблочной, существенно выше по сравнению с глееподзолистой. Кроме того, в этой почве обнаружена одна из самых сильных органических кислот – щавелевая, ее содержание составляет более 20 % от общей массы кислот в этих образцах. В обеих почвах в больших количествах присутствует молочная (17–30 %), гликолевая и глицериновая кислоты (каждая – 10–30 %), в торфянисто-подзолисто-глееватой почве – также яблочная кислота (более 13 %).

С увеличением степени разложенности органического субстрата уменьшается как разнообразие, так и содержание кислот (в 4 раза), что связано с их разложением и трансформацией (полимеризацией).

Эти факторы, по всей вероятности, определяют более низкие значения рН водных вытяжек в данной почве. Таким образом, актуальную кислотность изучаемых почв определяет не столько количество водорастворимых низкомолекулярных органических кислот, сколько их природа.

ВЫВОДЫ

1. Общая массовая концентрация углерода органических соединений в водных вытяжках почв северной и крайнесеверной тайги Республики Коми равна 0.9–15.8 мг/дм³. Массовая доля углерода идентифицированных органических соединений составляет 0.1–2.1 %.

2. Разнообразие и количество водорастворимых низкомолекулярных органических кислот в почвах весьма динамично и зависит от особенностей биоты, степени разложенности органического субстрата, а также рельефа участка, определяющего миграцию (аккумуляцию) новообразованных НМОК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кауричев И.С., Яшин И.М., Черников В.А. Теория и практика метода сорбционных лизиметров в экологических исследованиях. – М.: МСХА, 1996. – С. 37–120.
2. Атлас почв Республики Коми / Под ред. Г.В. Добровольского, А.И. Таскаева, И.В. Забоевой. – Сыктывкар: Изд-во КРТ, 2010. С. 105–112.
3. ПНДФ 14.1:2:4.190-03 Методика определения дихроматной окисляемости (ХПК) в пробах природных, питьевых и сточных вод фотометрическим методом с применением анализатора жидкости «Флюорат-02». М.: Люмэкс, 2003. 18 с.
4. Ванчикова В.А., Шамрикова Е.В., Сытарь Т.С., Казаков В.Г. О новой методике определения содержания углерода водорастворимых органических соединений в почвах // Почвоведение, 2006. № 10. С. 1200–1204.

5. ГОСТ 26423-85. Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки. М.: Изд-во стандартов, 1985. 40 с. введ. 8.02.1985.
6. Шамрикова Е.В., Груздев И.В., Пунегов В.В., Ванчикова Е.В., Ветошкина А.А. Качественный анализ водных вытяжек из подзолистых почв Республики Коми на содержание органических соединений хромато-масс-спектроскопическим методом // Вода: химия и экология, 2011. № 11. С. 58–63.
7. Muller A., Duchting P., Weiler E.W. A multiplex GC-MS/MS technique for the sensitive and quantitative single-run analysis of acidic phytohormones and related compounds, and its application to *Arabidopsis thaliana* // Planta, 2002. V. 216. P. 44–56.
8. Шамрикова Е.В., Пунегов В.В., Груздев И.В., Ванчикова Е.В., Ветошкина А.А. Индивидуальные органические соединения водных вытяжек из подзолистых почв Республики Коми // Почвоведение, 2012. № 10. С. 1068–1076.
9. Шамрикова Е.В., Груздев И.В., Пунегов В.В., Хабибуллина Ф.М., Кубик О.С. Водорастворимые низкомолекулярные органические кислоты в автоморфных суглинистых почвах тундры и тайги // Почвоведение, 2013. № 6. С. 691–697.
10. Орлов Д.С. Химия почв. М.: МГУ. 1992. 399 с.

Работа рекомендована к.б.н., зав. лаб. Е.В. Шамриковой.

УДК 631.461

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ДИНАМИКА ПОЧВЕННЫХ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ В УСЛОВИЯХ АНТАРКТИДЫ (ОАЗИС «ХОЛМЫ ЛАРСЕМАННА»)

А.Г. Кудинова

Московский Государственный Университет имени М. В. Ломоносова

Почвенные бактериальные сообщества оазиса «Холмы Ларсеманна» характеризовались варьированием численности и жизнеспособности бактерий по профилю почвы. Показатели были выше в органогенных горизонтах и под каменной мостовой, ниже – в минеральных горизонтах. Численность наноформ бактерий плавно уменьшалась вниз по профилю, пик численности приходился на горизонт под каменной мостовой. Выявлено доминирование домена *Bacteria* над доменом *Archaea*, среди домена *Bacteria* доминировали протобактерии, ниже была доля филумов *Actinobacteria*, *Planctomycetes* и *Acidobacteria*.

ВВЕДЕНИЕ

Почвенных микробиологов издавна привлекают почвы, формирующиеся в экстремальных условиях. Исследование бактериальных сообществ почв Антарктики позволит выявить особенности пространственной динамики микробных сообществ, формирующихся в экстремальных условиях, а также механизмы сохранения и выживания бактерий в условиях длительного периода отрицательных температур и режима замерзания-оттаивания.

Своеобразной особенностью исследованных примитивных почв влажных долин является то, что они формируются под защитой каменной или щебнистой мостовой. Такая мостовая служит своеобразной защитой для организмов. Организмы уходят с поверхности вниз, находя свою нишу в мелкозем под мостовой. Эта «топическая» особенность, наряду с физико-химическими факторами (постоянно низкие температуры и дефицит доступной влаги) может влиять на пространственную динамику бактерий в профилях формирующихся почв.

Целью нашей работы было изучение пространственной динамики почвенных микробных сообществ, специфики распределения показателей численности, потенциальной жизнеспособности и разнообразия бактерий в исследуемых почвах Антарктиды.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования были образцы почв, отобранные на территории берегового оазиса «Холмы Ларсеманна» (Восточной Антарктиде, земля принцессы Елизаветы, берег Ингрид Кристенсен, вблизи Российской станции «Прогресс», 69°30' ю.ш., 76°20' в.д.). Оазис представляет собой свободный от ледникового покрова мелкосопочник площадью около 50 км². Почвы, согласно классификации (Горячкин и др., 2012), представлены органо-минеральными почвами с микропрофилями, а также эндолитными почвоподобными телами.

Образцы для микробиологического анализа были отобраны во время 55-ой Антарктической экспедиции в 2010 году с соблюдением условий стерильности и хранились в морозильной камере при температуре –18 °С.

Всего было изучено 20 образцов органо-минеральных почв с микропрофилями (разрезы М1, М2, М3, 10–15L1, 10–15P1, 10–06) и 2 образца эндолитных почвоподобных тел (ЭПТ) (образцы 10–45, 10–36).

Количественный учет общей численности бактерий в исследуемых образцах проводили с помощью окрашивания препаратов из почвенной суспензии красителем акридином оранжевым (АО) (Методы почвенной биохимии и микробиологии, 1991).

Для оценки потенциальной жизнеспособности бактерий использовали краситель L7012 LIVE/DEAD BacLight Bacterial Viability Kits (Molecular Probes, USA) в соответствии с рекомендациями производителя.

Наночастицы бактерий получали фильтрацией почвенной суспензии через бактериальные ядерные фильтры с размером пор 0.22 мкм в соответствии с ранее предложенной методикой (Лысак и др. 2010). Численность и жизнеспособность наночастиц бактерий определяли так же, как клеток обычного размера.

Разнообразие и численность отдельных филогенетических групп прокариотов оценивались с помощью метода FISH с использованием специфических олигонуклеотидных праймеров (Манучарова, 2008).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Результаты определения показателей численности бактерий в исследованных почвенных профилях представлены в табл. 1. Численность бактерий варьировала от 31 до 1500 млн. кл. в 1 г почвы. Максимальная численность (1500 млн.) зафиксирована в разрезе М1 (накальная ванна с благоприятным температурным и водным режимом). Минимальная численность бактерий отмечалась в нижних минеральных горизонтах органо-минеральных почв, она варьирует от 31 (разрез 10–06, В1) до 120 (разрез 10–15L1, В2) млн. клеток в 1 г почвы. Высокие показатели численности бактерий отмечаются также в горизонтах каменной мостовой обильно пронизанной мертвой и живой биомассой одноклеточных водорослей: 580 и 400 млн., разрезы 10–15L1 и 10–15P1, соответственно. В целом, для горизонтов без визуальных признаков макробиоты, наблюдается невысокая численность по сравнению с горизонтами, где визуально обнаруживался рост водорослей и мхов. Так же, как и во многих почвах умеренных широт, наблюдалось постепенное уменьшение численности бактерий вниз по профилю почвы.

Обращает на себя внимание высокая доля потенциально жизнеспособных клеток в большинстве исследованных образцов (окраска красителем L7012) – выше 60 % в 10 из 16 образцов. Следует отметить, что максимальная их доля обнаруживается в мелкоземной непосредственно под каменной мостовой (70–80 %), в нижележащих горизонтах доля жизнеспособных клеток меньше (50–60 %).

Известно, что одной из форм переживания бактерий в экстремальных условиях, многие исследователи считают мелкие формы бактерий. Нами во всех исследованных образцах органо-минеральных антарктических почв и ЭПТ методом фильтрации были обнаружены наночастицы бактерий (фильтрующиеся формы, размер которых не превышает 200 нм). Численность наночастиц бактерий варьировала от 30 до 300 млн. клеток в 1 г, а доля их колебалась от 15 до 90 % от числа всех клеток бактерий (табл.1). Максимальная

численность – 300 млн. кл/ в 1 г почвы была зафиксирована в образце минерального материала под каменной мостовой с признаками мицелия. Полученные показатели значительно превышают величины, ранее полученные при изучении почв умеренной зоны. Характерной особенностью наноформ бактерий была очень высокая доля жизнеспособных клеток, которая составляла от 90 до 95 %.

Таблица 1. Численность (млн. клеток в 1 г почвы) и доля (в %) жизнеспособных клеток бактерий в исследованных почвах.

№ разреза	Горизонт, глубина (см)	Клетки обычного размера		Наноформы бактерий	
		Численность	Доля жизнеспособных	Численность	Доля наноформ
Разрез 10–45	Эндолитное почвоподобное тело	500±30	53	80±4	16
Органо-минеральные почвы с микропрофилями					
Разрез М3	О, (0–1)	280±10	46	50±2.5	18
	В, (1–2)	280±10	41	170±8.5	61
Разрез М2	КМ+V, (0–1)	60±3	71	50±2.5	83
	В ₁ , (1–10)	410±20	69	120±6	29
	В ₂ , (40–50)	50±2	67	30±1.5	60
Разрез 10–15L1	КМ+V, (0–1)	580±20	69	130±6.5	22
	В ₁ , (1–3)	380±20	68	300±15	79
	В ₂ , (3–10)	120±15	62	70±3.5	58
Разрез 10–15P1	КМ, (0–2)	400±20	47	170±8.5	43
	В ₁ , (2–10)	180±10	78	150±7.5	83
	В ₂ , (40–50)	110±10	93	70±3.5	64
Разрез 10–06	КМ+V, (0–2)	290±30	72	260±13	90
	Т, (2–4)	230±10	50	60±3	26
	В ₁ , (4–10)	31±10	66	80±4	25
	В ₂ , (10–20)	80±10	60	50±2.5	63

Таким образом, общая численность бактерий в исследованных почвах была ниже, чем обычно регистрируется в зональных почвах на порядок, и сильно варьировала по профилю. Выше численность была в органогенных горизонтах (обрастания водорослями, моховая подстилка), а также в горизонте, формирующемся под каменной мостовой, которая, видимо, создает для бактерий своеобразный «тепличный эффект». Максимальная численность и доля жизнеспособных клеток приурочена к почвенному горизонту, расположенному непосредственно под каменной мостовой, ниже лежащие (минеральные и торфянистый) горизонты характеризовались низкой долей жизнеспособных клеток. Значительная часть бактерий во всех исследованных почвах и ЭПТ представлена наноформами бактерий.

Изучение таксономического состава бактерий обычного размера и наноформ бактерий (на уровне филумов) было проведено в двух разрезах: в органо-минеральной почве в днище влажной долины (разрез 10–15L1), почве с четко выраженным торфяным горизонтом (разрез 10–06) и ЭПТ (10–45).

В результате проведенного анализа, как среди клеток обычного размера, так и среди наноформ бактерий, были выявлены представители доменов *Bacteria* (филумы *Proteobacteria*, *Actinobacteria*, *Acidobacteria*, *Planctomycetes*) и *Archaea*.

Во всех исследованных образцах, как среди клеток обычного размера, так и среди наноформ всегда была выше доля домена *Bacteria*. При этом среди бактерий доминировал филум *Proteobacteria* (сумма альфа-, бета- и гаммапротеобактерий), ниже была доля филумов *Actinobacteria*, *Acidobacteria*, *Planctomycetes*. Однако доля отдельных филумов в исследованных горизонтах профилей была различной.

В органо-минеральной почве, расположенной в днище влажной долины (разрез 10–15L1) при абсолютном доминировании протеобактерий (около 30 %), в минеральном горизонте В1 увеличивалась доля актинобактерий и планктомицетов (14–16 %), по сравнению с каменной мостовой и горизонтов В2.

В почве с четко выраженным торфянистым горизонтом (разрез 10–06) (табл.2) также во всех исследованных горизонтах преобладали протеобактерии. При этом вниз по профилю увеличивалась доля актинобактерий и ацидобактерий, а доля планктомицетов уменьшалась. Увеличение доли ацидобактерий в торфянистом и нижележащих горизонтах может быть связано с тем, что эти бактерии являются обычными обитателями болотных почв (Белова и др., 2012).

Таблица 2. Доля отдельных филогенетических групп для клеток обычного размера, в разрезе 10–06, определение методом FISH (%).

Филогенетические группы	Каменная мостовая	Торфянистый горизонт	Минеральный материал, горизонт В1	Минеральный материал, В2, без признаков макробиоты
<i>Alphaproteobacteria</i>	8.9	1.1	5.2	5.4
<i>Betaproteobacteria</i>	3.0	1.8	3.9	1.7
<i>Gammaproteobacteria</i>	12.6	0.4	3.2	3.8
<i>Actinobacteria</i>	3.8	2.2	4.7	6.5
<i>Planctomycetes</i>	5.9	1.5	4.7	3.1
<i>Acidobacteria</i>	0.4	0.8	0.8	2.5
<i>Archaea</i>	7.4	2.2	5.7	4.0
Неидентифицированные клетки	58	90	72	73

Изучение бактериального сообщества эндолитного почвоподобного тела (образец 10–45) выявило высокую долю протеобактерий (28 %). При этом доля актинобактерий была также довольно высока (11 %), сравнима с долей этого филума в минеральных горизонтах почв из разрезов 10–15L1 и 10–06. Доля планктомицетов приближалась к их содержанию в образцах каменной мостовой разрезов 10–15L1 и 10–06.

Таблица 3. Доля отдельных филогенетических групп ЭПТ (образец 10–45), определение методом FISH (%).

Филогенетические группы	Эндолитная корочка	
	Клетки обычного размера	Наноформы
<i>Alphaproteobacteria</i>	13.1	4.9
<i>Betaproteobacteria</i>	7.2	9.7
<i>Gammaproteobacteria</i>	7.2	4.9
<i>Actinobacteria</i>	11.6	11.1
<i>Planctomycetes</i>	5.8	6.4
<i>Archaea</i>	7.2	4.9
Неидентифицированные клетки	48	58.2

Пространственную динамику таксономического состава бактерий в исследованных почвах трудно связать с действием какого-либо экологического фактора, в целом она совпадает с известными данными о распределении таксонов в почвах. Вероятно, требуется дальнейшее изучение бактериальных сообществ на уровне менее крупных таксонов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение пространственной динамики бактериальных сообществ в органо-минеральных почвах с микропрофилями и эндолитных почвоподобных телах оазиса «Холмы Ларсеманна», выявило значительное варьирование показателей численности и жизнеспособности бактерий по профилю почв. Показатели численности были выше в органогенных горизонтах, а также в горизонтах, формирующихся непосредственной под каменной мостовой, ниже – в минеральных горизонтах.

Изменение доли жизнеспособных клеток по профилям исследуемых почв характеризуется максимальным количеством жизнеспособных клеток в горизонте непосредственно под каменной мостовой. Нижние минеральные и торфянистый горизонты характеризовались более низкой долей жизнеспособных клеток.

Пространственное распределение показателей численности наноформ бактерий по профилю исследованных антарктических почв сходно с распределением клеток обычного размера. Численность наноформ плавно уменьшалась вниз по профилю, пик численности приходился на горизонт, расположенный под каменной мостовой.

Пространственная динамика таксономического состава бактерий в исследованных почвах характеризуется доминированием домена *Bacteria* над доменом *Archae*. Среди домена *Bacteria* доминировали протеобактерии, ниже была доля филумов *Actinobacteria*, *Planctomycetes* и *Acidobacteria*. В бактериальном сообществе эндолитного почвоподобного тела наряду с протеобактериями, довольно высока доля актинобактерий, что сближает его с сообществом минеральных горизонтов почв. Для более детальной характеристики бактериальных требуется дальнейшее изучение их на уровне менее крупных таксонов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белова С.Э., Федотова А.В., Дедыш С.Н. Ультрамикрoформы прокариот в сфагновом болоте водосбора Верхней Волги. // Микробиология. 2012. №5. С. 665–671.
2. Горячкин С.В., Гиличинский Д.А., Мергелов Н.С., Конюшков Д.Е., Лупачев А.В., Абрамов А.А., Зазовская Э.П. Почвы Антарктиды: первые итоги, проблемы и перспективы исследований // Геохимия ландшафтов и география почв (к 100-летию М.А.Глазовской). М., 2012. С. 361–388.
3. Лысак Л.В., Лапыгина Е.В., Конова И.А., Звягинцев Д.Г. Численность и таксономический состав нанoформ бактерий в некоторых почвах России // Почвоведение. 2010, №7, с. 819–824.
4. Манучарова Н.А. Идентификация метаболически активных клеток прокариот в почвах с применением молекулярно-биологического флюоресцентномикроскопического метода анализа fluorescence in situ hybridization (FISH) // М. Издательство МГУ. 2008. 24 с.
5. Методы почвенной биохимии и микробиологии. Ред. Звягинцев Д.Г. М.: Издательство Московского университета. 1991. 304 с.
6. LIVE/DEAD BacLight Bacterial Viability Kits. LIVE/DEAD BacLight bacterial viability kit (L 7012) instruction manual with appendix. Molecular Probes, 2004.

Работа рекомендована д.б.н., доц. кафедры Биологии почв МГУ им. М.В. Ломоносова Л.В. Лысак.

ОСОБЕННОСТИ ГЕНЕЗИСА ПОЧВ С ЭЛЮВИАЛЬНЫМ ГОРИЗОНТОМ НА СУГЛИНИСТО-ГЛИНИСТЫХ ПОРОДАХ

М.А. Лазарева

ГНУ ЦМП им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, Санкт-Петербург

В данной работе рассмотрены и проведены исследования почв с элювиальным горизонтом на суглинисто-глинистых породах. Исходя из морфологического строения, изменения физико-химических свойств, а также основных процессов, которые формируют данные почвы, выявлены особенности их генезиса.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из наиболее ярких природных явлений на поверхности Земли следует признать почти повсеместное присутствие почв, в верхней толще которых формируется элювиальный горизонт. Такие почвы возникают в условиях нормального, т.е. атмосферного увлажнения, и получают в течение года сумму осадков, свойственную данной местности. Вместе с тем, почвы с элювиальным горизонтом не менее широко представлены на территориях, где почвы возникают в условиях увлажнения дополнительными источниками влаги, например, в результате поступления намывных склоновых и русловых, грунтовых, напорных, ирригационных и других вод.

Проблема генезиса почв на суглинисто-глинистых породах с элювиальным горизонтом является одной из самых сложных дискуссионных проблем современного почвоведения, поскольку по-разному трактуется механизм дифференциации почвенного профиля на осветлённый подгумусовый и нижележащий более тёмный горизонты. Неоднозначные методологические подходы к решению проблемы генезиса почв требуют продолжения исследований в этом направлении.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов были выбраны дерново-элювозём (почва 1) и дерново-элювиально-метаморфическая почва (2) на ленточной глине, сформированные в условиях сельгового ландшафта Карельского перешейка, а также дерново-элювозём (почва 3) на двучлене (делювий на ленточной глине), сформированный в условиях Приневской низменности.

Также в целях исследования был взят образец на микроморфологию из метаморфического горизонта (ВМ) бурозёма, сформированного на ленточной глине в условиях сельгового ландшафта Карельского перешейка.

В исследовании использовались морфологический, микроморфологический методы; методы определения показателей физико-химических свойств почв: определение содержания углерода методом Тюрина, определение активности ионов водорода (измерение рН водных суспензий и солевых вытяжек из почв), определение гигроскопической влажности почв, определение потери при прокаливании; методы определения показателей химических свойств почв: определение ёмкости катионного обмена, определение суммы обменных оснований, определение гидролитической кислотности, определение обменной кислотности, определение степени насыщенности почв основаниями, определение валового состава почв; методы определения показателей физических свойств почв: определение плотности твёрдой фазы почвы с помощью пикнометра, определение гранулометрического состава по Н.А. Качинскому (седиментационным методом).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

По данным морфологического анализа (табл. 1), во всех почвах отмечается наличие делювиальной толщи. Это связано с формированием почв на склоне, с которого скатывается материал, и видно по гранулометрическому составу и сортированности материала. Верхние горизонты данных почв имеют более лёгкий гранулометрический состав, чем нижние, и содержат слабосортированный материал с большим количеством обломков гранита. Для почвы Приневской низменности характерна наиболее мощная делювиальная толща (61 см – в Приневской низменности, 16–27 см – на Карельском перешейке), что связано с более лёгким гранулометрическим составом материала верхней части склона, и с тем, что склон Приневской низменности, по сравнению с Карельским перешейком, имеет меньший размер и большую крутизну, и весь материал, который может отложиться, откладывается в его одной части.

Во всех 3 профилях, как самый светлый, выделяется элювиальный горизонт (EL). Элювиальный горизонт дерново-элювиально-метаморфической почвы Карельского перешейка имеет сизовато-бурую окраску, что говорит о процессе оглеения. В EL горизонте дерново-элювозёма Карельского перешейка наблюдается белёная окраска с охристым оттенком, что также говорит о процессе оглеения, но выраженном периодически.

В профилях почв Карельского перешейка отмечается наличие подстилки и корневого опада, что говорит о том, что в данных почвах идут процессы поверхностного и внутрипочвенного поступления опада. В почве Приневской низменности подстилки не обнаруживаются, что говорит о внутрипочвенном поступлении опада. Во всех профилях почв отмечается наличие капролитов, что свидетельствует о биогенной трансформации опада. Элювиальный горизонт дерново-элювозёмов Карельского перешейка и Приневской низменности характеризуется наличием гумусовых пятен, что говорит о зоотурбации.

В почве Приневской низменности отмечается наличие гумусово-элювиального горизонта, что свидетельствует о процессе миграции гумуса из вышележащего горизонта.

В ВС горизонте дерново-элювозёма, а также в С горизонте дерново-элювиально-метаморфической почвы Карельского перешейка, отмечается наличие кутан, что говорит о том, что в данных почвах идёт процесс лессиважа.

В профиле дерново-элювиально-метаморфической почвы Карельского перешейка по бурой окраске, глинистому гранулометрическому составу, плотному сложению, ореховато-призматической структуре выделяется метаморфический горизонт (BM), наличие которого говорит о внутрипочвенном выветривании, образовании вторичных глинистых минералов. Поперёк горизонта BM наблюдаются трещины с более сизым материалом, что связано с присутствием в трещинах лессивированного тонкого материала, на котором застаивается влага и происходит оглеение.

В породе (С) дерново-элювиально-метаморфической почвы Карельского перешейка присутствуют трещины с железистым материалом, что говорит об окислении материала из-за присутствия кислорода.

По данным микроморфологического анализа (табл. 2) выявлено, что EL горизонт дерново-элювозёма Приневской низменности и дерново-элювиально-метаморфической почвы Карельского перешейка сформировался в делювиальной толще, тогда как дерново-элювозёма Карельского перешейка – в толще ленточной глины. Об этом свидетельствуют минералогический состав, содержание скелета, размеры минеральных зёрен, их сортированность по размерам, элементарное микростроение. В делювиальной толще преобладают первичные минералы (кварц, кислый, основной плагиоклаз, микроклин, мусковит), она характеризуется высоким содержанием скелета, крупными размерами минеральных зёрен, их слабой сортированностью по размерам, а также имеет песчано-плазменное, плазменно-песчаное элементарное микростроение. Тогда как в ленточной глине, напротив, преобладают вторичные минералы (гидрослюды), для неё характерно невысокое содержание скелета, мелкие размеры минеральных зёрен, их хорошая сортированность по размерам, плазменно-пылеватое и пылевато-плазменное элементарное микростроение.

Таблица 1 Характеристика морфологических признаков почв
Приневской низменности и Карельского перешейка.

Морфологические признаки	Почва		
	1	2	3
Толща делювия (см)	60	16	27
Подстилка	–	+	+
Корневой опад	+	+	+
Капролиты	+	+	+
EL горизонт (гумус из вышележащего горизонта)	++	+	–
Кутаны	–	++	+
BM горизонт	–	–	+
EL горизонт (окраска)	белёсый	белёсый с охри- стым оттенком	сизовато-бурый

В EL горизонте дерново-элювиально-метаморфической почвы Карельского перешейка минеральные зёрна сильнее корродированны, чем в остальных почвах, что говорит о том, что в данной почве сильнее выражен процесс кислотного гидролиза.

Уменьшение размеров минеральных зёрен EL горизонта, по сравнению с выше и нижележащим горизонтом, также заметнее всего в дерново-элювиально-метаморфической почве Карельского перешейка, что говорит о том, что в данной почве сильнее выражен процесс дезинтеграции.

В дерново-элювиально-метаморфической почве Карельского перешейка наблюдается большее, по сравнению с остальными почвами, количество конкреций, стяжений, что свидетельствует о большей выраженности процесса окислительной сегрегации.

В BC горизонте дерново-элювозёма Карельского перешейка наблюдаются глинистые затёки по трещинам, что подтверждает данные по морфологии о том, что в данной почве идёт процесс лессиважа.

Процесс глинообразования сильнее выражен в дерново-элювиально-метаморфической почве Карельского перешейка, о чём судим по меньшему количеству слюды мусковита и большему количеству гидрослюда иллита, чем в других почвах.

Почва Приневской низменности отличается от почв Карельского перешейка более слабой корродированностью минеральных зерен EL горизонта, меньшим количеством конкреций, стяжений, большим количеством первичных минералов, что говорит о более слабой выраженности соответствующих процессов.

В целом BM дерново-элювиально-метаморфической почвы карельского перешейка похож на метаморфический горизонт бурозёма Карельского перешейка. Для обоих горизонтов характерна бурая окраска, железисто-глинистый состав плазмы, поровая структура с обособленными агрегатами, пылевато-плазменное микростроение, низкое содержание скелета, хорошая-средняя сортированность и сильная корродированность минеральных зёрен, железистые скопления по порам и в основе. Но BM бурозёма имеет большее количество железистых новообразований и железистых скоплений вокруг минеральных зёрен, что говорит о том, что в бурозёме сильнее выражен процесс метаморфизации.

В породе дерново-элювиально-метаморфической почвы Карельского перешейка, в основном по трещинам, отмечается наличие бурых скоплений, что подтверждает данные морфологии о том, что идёт процесс окисления материала из-за присутствия кислорода.

Данные, отражающие физико-химические, химические и физические свойства показали, что все почвы характеризуются высоким содержанием гумуса (6.74 %–5.53 %) и его резким снижением вниз по их профилям. Дерново-элювозем Приневской низменности отличается не таким резким снижением содержания гумуса, что подтверждает данные морфологии о том, что в данной почве выражен процесс гумусовой миграции. Более высокое его содержание наблюдается в почвах Карельского перешейка, что связано с фор-

мированием данных почв в условиях межсельгового понижения, где идёт аккумуляция веществ, подвижных в условиях данной местности (в данном случае – гумуса).

Во всех почвах наблюдается кислая реакция среды. В верхней части профиля почв Карельского перешейка реакция среды более кислая, что косвенно говорит о том, что процесс кислотного гидролиза в данных почвах выражен сильнее. Также в почвах Карельского перешейка отмечается снижение кислотности вниз по профилям, что связано с подмывом их профилей гидрокарбонатно-кальциевыми грунтовыми водами.

Для всех почв характерна элювиально-иллювиальная дифференциация по илу, Fe, Al, Ca, Mg, P. Наиболее резкая дифференциация по илу, физической глине, Fe, Al, Ca, Mg, P наблюдается в почвах Карельского перешейка, особенно в дерново-элювиально-метаморфической почве, что говорит о процессах глинообразования и лессиважа. Почвы Карельского перешейка имеют более тяжелый гранулометрический состав (глина), чем дерново-элювозем Приневской низменности (средний суглинок), что связано с тем, что основную часть профиля почвы Приневской низменности составляет делювиальная толща, которая имеет суглинистый гранулометрический состав, а в почвах Карельского перешейка – ленточная глина. Также это связано с формированием почв Карельского перешейка в условиях межсельгового понижения, где идёт аккумуляция влаги.

В профилях исследованных почв наблюдается преобладание Mg над Ca, что связано с преобладанием гидрослюдов в минералогическом составе ленточных глин.

Исходя из анализа полученных результатов, предполагаю, что элементарные почвообразовательные процессы (табл. 3), которые оказывают влияние на формирование элювиального горизонта в данных почвах, следующие:

1. метаморфизм органического вещества: поверхностное, внутрипочвенное поступление, биогенная трансформация органических остатков, гумификация, гумусовая миграция;
2. метаморфизм минерального вещества: дезинтеграция, глинообразование, разрушение силикатов;
3. оструктурирование почвенной массы: биогенное;
4. педотурбация: зоотурбация;
5. миграция вещества: глеевая (Fe, Mn), лессиваж;
6. оглеение;
7. сегрегация и цементация: окислительная;

Ведущими процессами дерново-элювозема Приневской низменности являются гумусовая миграция и разрушение силикатов, им сопутствуют дезинтеграция и окислительная сегрегация. Данные процессы идут на фоне внутрипочвенного поступления, биогенной трансформации, гумификации органических остатков, биогенного оструктурирования почвенной массы, лессиважа и зоотурбации.

Ведущими процессами дерново-элювозема Карельского перешейка являются лессиваж и окислительная сегрегация, которым сопутствуют глеевая и гумусовая миграция, протекающие на фоне поверхностного, внутрипочвенного поступления, биогенной трансформации органических остатков, биогенного оструктурирования почвенной массы, гумификации, глинообразования, зоотурбации, дезинтеграции, разрушения силикатов и оглеения.

Ведущими процессами дерново-элювиально-метаморфической почвы являются оглеение и окислительная сегрегация; сопутствующими – глинообразование, лессиваж, разрушение силикатов; фоновыми – поверхностное, внутрипочвенное поступление, биогенная трансформация органических остатков, биогенное оструктурирование почвенной массы, дезинтеграция, глеевая и гумусовая миграция, гумификация, дезинтеграция.

Таблица 2. Характеристика микроморфологических признаков почв Приневской низменности и Карельского перешейка.

Микроморфологические признаки	Почва		
	1	2	3
Первичные минералы	++	+	++
Скелет, %	40–50	5–15	25–30
Размер минеральных зерен, мм	1.15–0.21	0.29–0.03	2.10–0.10
Сортированность	слабая	средняя–хорошая	слабая
Элементарное микростроение	песчаное	пылевато-плазменное	песчано-плазменное
Корродированность	+	+	++
Стяжения, конкреции	+	++	+++

Таблица 3. Элементарные почвообразовательные процессы в почвах Приневской низменности и Карельского перешейка.

Группы элементарных почвообразовательных процессов				Почва		
				1	2	3
Метаморфизм органического вещества	Поступление	Органических остатков	Поверхностное	–	+	+
			Внутрипочвенное	+	+	+
	Трансформация		Биогенная	+	+	+
	Гумификация		+	+	+	
	Гумусовая миграция		++	+	+	
Метаморфизм минерального вещества	Дезинтеграция		+	+	+	
	Глинообразование		+	+	++	
	Разрушение силикатов		++	+	++	
Оструктуривание почвенной массы	Биогенное		+	+	+	
Педотурбация	Зоотурбация		+	+	–	
Миграция вещества	Глеевая (Fe, Mn)		–	+	+	
	Лессиваж		+	++	++	
Оглеение			–	+	+++	
Сегрегация и цементация	Окислительная		+	++	+++	

Примечание. Степень выраженности признака, процесса: (+++) – сильная, (++) – средняя, (+) – слабая, (–) – процесс не проявляется

ВЫВОДЫ

1. Для всех профилей почв характерно наличие делювиальной толщи, но в почве, сформированной в условиях Приневской низменности она имеет большую мощность, чем в почвах Карельского перешейка.

2. Элювиальный горизонт дерново-элювозёма Приневской низменности и дерново-элювиально-метаморфической почвы Карельского перешейка сформировался в делювиальной толще, тогда как дерново-элювозёма Карельского перешейка – в толще ленточной глины.

3. Во всех почвах выявлено высокое содержание гумуса, кислая реакция среды, преобладание Mg над Ca, элювиально-иллювиальная дифференциация по илу, Fe, Al, Ca, Mg, P. Но, почвы Карельского перешейка, особенно дерново-элювиально-метаморфическая почва, в отличие от Приневской низменности имеют более высокое содержание гумуса, отличаются менее кислой реакцией среды, более тяжёлым гранулометрическим составом, а также, более выраженной дифференциацией по физической глине, илу, Fe, Al, Ca, Mg, P.

4. Ведущими процессами, формирующими элювиальный горизонт дерново-элювозёма Приневской низменности являются гумусовая миграция и разрушение силика-

тов; дерново-элювозема Карельского перешейка – лессиваж и окислительная сегрегация; дерново-элювиально-метаморфической почвы – оглеение и окислительная сегрегация.

Итоговые названия почв выглядят следующим образом:

1. Дерново-элювозём на двучлене (делювий на ленточной глине), сформированный в условиях Приневской низменности.

2. Дерново-элювозём на ленточной глине, сформированный в условиях Карельского перешейка.

3. Дерново-элювозём метаморфический глееватый на двучлене (делювий на ленточной глине), сформированный в условиях Карельского перешейка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гагарина Э.И. Микроморфологический метод исследования почв: Учеб. Пособие. – СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2004. – 156 с.
2. Герасимов И.Л. Элементарные почвенные процессы как основа генетической диагностики почв // Почвоведение. – 1973 – № 5.
3. Зайдельман Ф.Р. Теория образования светлых кислых элювиальных горизонтов почв и ее прикладные аспекты. – М.: Красанд, 2010. – 248 с.
4. Караваева Н.А. и др. Элементарные почвообразовательные процессы: Опыт концептуального анализа, характеристика, систематика. – М.: Наука, 1992. – 184 с.
5. Классификация и диагностика почв России. Шишов Л. Л. и др. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
6. Матинян Н.Н. Почвообразование на ленточных глинах озерно-ледниковых равнин Северо-Запада России. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2003. – 200 с.
7. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Гумус и почвообразование. – Л., 1980. – 380 с.
8. Пономарева В.В. Теория подзолообразовательного процесса. – М.; Л., 1964.
9. Растворова О.Г. Физика почв: Практ. руководство. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1983. – 196 с.
10. Рожнова Т.А. Почвенный покров Карельского перешейка. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1963. – 184 с.
11. Розанов Б.Г. Морфология почв: Учебник для высшей школы. – М.: Академический Проект, 2004. – 432 с.
12. Тонконогов В.Д. О генезисе почв с осветленным элювиальным горизонтом // Почвоведение. – 1996 – № 5.
13. Химический анализ почв: Учеб. пособие. Растворова О. Г. и др. – СПб.: Изд-во С.-Петербургского ун-та, 1995. – 264 с.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Г.А. Касаткиной.

МОНИТОРИНГ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ БИОГЕОЦЕНОТИЧЕСКИХ ПОТОКОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ МЕГАПОЛИСА

И.М. Мазиров, Н.Е. Пономаренко, М.М. Визирская, А.С. Епихина, И.И. Васенев

Лаборатория агроэкологического мониторинга, моделирования и прогнозирования
экосистем РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, imazirov@gmail.com

ВВЕДЕНИЕ

Глобальное потепление климата и сопутствующие ему планетарные изменения – одна из принципиальных экологических проблем, непосредственно связанная с увеличением концентрации парниковых газов атмосфере [1, 2, 3]. Наиболее важным фактором антропогенного воздействия на эмиссию парниковых газов является изменение землепользования [4]. На данный момент основное внимание в этой области уделяется увеличению потоков парниковых газов в результате обезлесения и интенсификации сельского хозяйства [5], в то время как воздействие урбанизации на изменение климата остается мало изученным [6]. К началу 21-го века доля городского населения превысила сельское, а урбанизированные территории занимают более 3 % всей суши Земли, а в отдельных регионах их доля превышает 10 %. Влияние промышленности и городской транспорта на глобальное потепление активно изучается, однако вклад городских ландшафтов в общую эмиссию парниковых газов остается мало изученным. В тоже время отдельные исследования показывают, что городские почвы, принципиально отличающиеся от естественных по характеру функционирования, профильному распределению элементов и пространственному разнообразию, обладают высоким потенциалом эмитировать CO_2 , CH_4 и N_2O в атмосферу [7, 8].

Целью данной работы является разработка базового информационно-методического обеспечения для проведения регионального мониторинга парниковых газов и его апробация для представительных ландшафтах урбанизированных территорий центральной части европейской территории России (на примере мегаполиса Москвы).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В рамках организации мониторинговых исследований на территории Москвы были выбраны площадки, представляющие основные типы ландшафтов мегаполиса: лесопарковые насаждения, газоны различных функциональных зон и агроландшафты. В качестве лесных естественных экосистем изучался природный комплексный заказник – Лесная Опытная Дача РГАУ-МСХА (ЛОД). Ключевые участки газонных урбоэкосистем были представлены газонами селитебной, рекреационной и промышленной зоны в двух вариантах антропогенной нагрузки (средняя и повышенная). В качестве представительных агроэкосистем рассматривались ключевые участки на полевой опытной станции РГАУ-МСХА на пропашных культурах (картофель) и культурах сплошного сева (пшеница) в вариантах с обычной вспашкой и безотвальной обработкой.

Разработанная схема мониторинга включают измерение эмиссии CO_2 , режимных почвенных параметров (температура и влажность) и исследование биопродуктивности. Динамика потока CO_2 измеряется *in situ* с июля по сентябрь в еженедельном режиме с помощью фотосинтетического измерительного комплекса, оснащенного камерой для определения эмиссии CO_2 газоанализатора Li-6400. Измерение почвенного дыхания проводилось с разделением на автотрофное (ризосфера и ризосферные микроорганизмы) и гетеротрофное (почвенные микроорганизмы) дыхание по методике Moyano [9].

Работа выполнена при поддержке гранта правительства РФ № 11.G34.31.0079.

© И.М. Мазиров, Н.Е. Пономаренко, М.М. Визирская, А.С. Епихина, И.И. Васенев, 2014

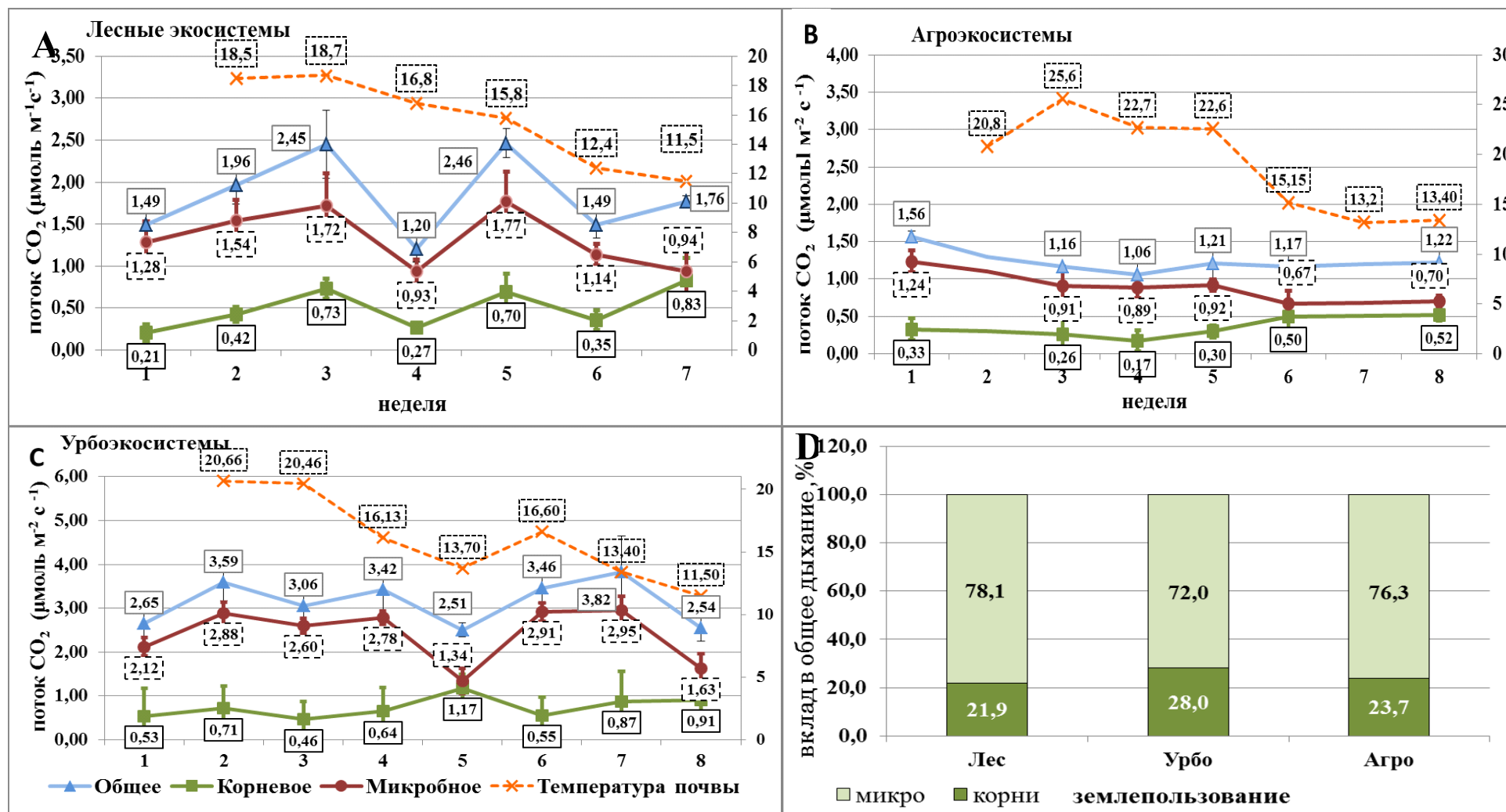


Рисунок. 1. А–В – динамика общего, автотрофного и гетеротрофного дыхания для разных типов землепользования (А – лесные экосистемы, В – агроэкосистемы, С – урбоэкосистемы). D – вклад микробного и корневого дыхания для разных типов землепользования.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Полученные данные по эмиссии CO_2 почвами исследуемых объектов выявили значительные сезонные изменения потоков CO_2 из почв. Была отмечена взаимосвязь потоков углерода с температурой почвы ($r = -0.29$ для агроландшафтов и $0.17-0.21$ для лесных и урбоэкосистем). Для лесных экосистем наибольшая эмиссия отмечалась в июле и начале августа (3 и 5 неделя) 2.45 и $2.46 \text{ } \mu\text{моль } \text{CO}_2 \text{ м}^{-2} \text{ с}^{-1}$ соответственно. При этом для начала периода наблюдения характерно постепенное увеличение эмиссии до третьей недели, затем, отмечалось резкое снижение (возможно вызванное временными засушливыми условиями на 4–5 неделях измерений), после которого эмиссия выравнивалась и к сентябрю уже плавно понижалась вместе со снижением среднесуточных температур (Рис. 1А). При этом корневое дыхание в лесных экосистемах к концу измерительного сезона, наоборот, возрастало, в то время как гетеротрофное дыхание снижалось. Для агроэкосистем наибольшая эмиссия отмечалась в начале сезона измерений – $1,56 \text{ } \mu\text{моль } \text{CO}_2 \text{ м}^{-2} \text{ с}^{-1}$, далее происходило постепенное снижение до уровня $1.19 \pm 0.05 \text{ } \mu\text{моль } \text{CO}_2 \text{ м}^{-2} \text{ с}^{-1}$, который поддерживался до конца сезона (рис. 1В). Дыхание микроорганизмов (гетеротрофное) так же характеризовалось наибольшим значением в начале измерительного сезона и постепенным снижением к концу, в то время как корневое (автотрофное дыхание), к концу сезона возрастало. Исследуемые урбоэкосистемы, представленные городскими газонами, характеризовались наибольшей эмиссией CO_2 . Для них отмечалось повышение эмиссии на 2-ой неделе с 2.65 до $3.59 \text{ } \mu\text{моль } \text{CO}_2 \text{ м}^{-2} \text{ с}^{-1}$, затем, на пятой (август) неделе наблюдался спад до 2.51 . С последующим повышением до 3.46 и 3.82 на 6 и 7-ой неделях (конец августа) и дальнейшее снижение к концу сезона до $2.54 \text{ } \mu\text{моль } \text{CO}_2 \text{ м}^{-2} \text{ с}^{-1}$. Автотрофное дыхание повторяло тренд общего почвенного дыхания, в то время как корневое дыхание было относительно выровненным в течение всего сезона измерений.

Исследования позволили оценить вклад автотрофного и гетеротрофного дыхания в общее почвенное дыхание для городских экосистем разных функциональных зон. Полученные данные показали, что доля корневой составляющей почвенного дыхания варьировала в среднем от 10 до 29 %. Наименьший вклад корней в почвенное дыхание характерен для лесных (21 %) и агроэкосистем (23.7 %), наибольший – для урбоэкосистем (28 %) (рис. 1D).

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований было отмечено наличие взаимосвязи потоков углерода с температурой почвы ($r = -0.29$ для агроландшафтов и $0.17-0.21$ для лесных и урбоэкосистем); со степенью антропогенной нагрузки (городские газоны или урбоэкосистемы выделяют наибольшее количество CO_2 в среднем в 2.5–3 раза больше чем лесные и агро-экосистемы) (рис. 1 А–С); и с функционально-экологическими особенностями изучаемых экосистем (эмиссия CO_2 напрямую зависит от фаз жизненного цикла доминирующего напочвенного растительного покрова).

Благодаря тому, что основным акцентом является детальная характеристика представленных ландшафтов мегаполиса, данные представляют особую ценность для территориального планирования городской застройки и планирования территории с учетом экологических требований, а так же для прогнозирования.

Данные, получаемые в результате исследования потоков парниковых газов из почв, обладают широкой сферой потенциального применения и могут быть использованы для: территориального планирования городской застройки и планирования территории с учетом экологических требований; прогнозирования изменения и анализа состояния экосистем (в том числе агроэкосистем); сертификация технологий производства сельскохозяйственной продукции с точки зрения экологической безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *UNFCCC* (United Nations Framework Convention on Climate Change), 1992: United Nations Framework Convention on Climate Change. Convention text, UNEP/WMO Information Unit of Climate Change (IUCC) on behalf of the Interim Secretariat of the Convention. IUCC, Geneva.
2. *UNFCCC* (United Nations Framework Convention on Climate Change), 1997: Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, FCCC/CP/L7/Add.1, 10 December 1997. UN, New York, NY.
3. *IPCC 2000*, Special Report on Emissions Scenarios, Working Group III, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press, Cambridge, 595 pp. <http://www.grida.no/climate/ipcc/emission/index.htm>.
4. *IPCC* (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2001d: Climate Change 2001: The Scientific Basis, J. T. Houghton et al. (editors), Cambridge University Press, Cambridge UK, 881 pp.
5. Zhou, X.B., Q.Q. Li, S.Z. Yu, W. Wu, and Y.H. Chen (2007). Row spacing and irrigation effects on water consumption of winter wheat in Taian, China. *Can. J. Plant Sci.* 87: 471–477.
6. Svirejeva-Hopkins, A., Schellnhuber, H.J., & Pomaz, V.L. (2004). Urbanised territories as a specific component of the global carbon cycle. *Ecological Modelling*, 173, 295–312
7. Смагин А.В. Газовая фаза почв. – М: Изд-во МГУ. 2005 – 301 с.
8. Kaye J.P., McCulley R.L., Burkez I.C. Carbon fluxes, nitrogen cycling, and soil microbial communities in adjacent urban, native and agricultural ecosystems // *Global Change Biology*. 2005. V. 11. P. 575–587.
9. Moyano F.E., Kutsch W.L., Schulze E.-D., 2007. Response of mycorrhizal, rhizosphere and soil basal respiration to temperature and photosynthesis in a barley field. *Soil Biol Biochem* 39, 843–853.

Работа рекомендована д.б.н., проф. И.И Васеневым и проф. Р. Валентини.

УДК 504.5:631.4

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ГОРОДА ПЕТРОЗАВОДСКА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

С.Г. Новиков

Институт леса, Карельский научный центр РАН, Петрозаводск

Выделены основные категории землепользования на территории города Петрозаводска. Изучено пространственное распределение тяжелых металлов, содержащихся в городских почвах, в зависимости от категории землепользования. Рассчитаны средние показатели содержания тяжелых металлов для почв города Петрозаводска. Дана оценка уровня загрязнения почв тяжёлыми металлами (Pb, Cr, Cu, Co, Ni, Mn, Zn).

ВВЕДЕНИЕ

В условиях урбанизации существуют особые условия педогенеза, которые обуславливают формирование городских почв. С эколого-генетических позиций почвы города Петрозаводска объединяются в единую группу типов – урбаноземы. Воздействие на почвы продуктов техногенеза вызывает изменение естественного уровня в них тяжелых металлов, которые и создают техногенный геохимический фон, обусловленный составом поступающих поллютантов, а также расстоянием от источника аэрогенных выбросов (Федорец, Медведева, 2005). Особое место среди многочисленных загрязнителей почв городов занимают тяжелые металлы, они являются одними из наиболее токсичных химических элементов.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Для наиболее репрезентативного отбора почвенных проб на карту города нанесли сетку с размером ячеек 1 км^2 , которая служила лишь ориентировочными границами, чтобы с 1 км^2 был отобран как минимум 1 почвенный образец. Отбор почвенных проб осуществлялся с площадок $10 \times 10 \text{ м}$, по «конверту», т.е. каждая проба состояла из частей грунта, отобранных по углам и в центре. Образцы отбирались из верхнего десятисантиметрового слоя. Непосредственно выбор мест опробования проводился при выполнении полевых работ с учетом рекомендаций (Стурман, 2003), а именно:

- характерные точки в замкнутых и полузамкнутых пространствах дворов, в скверах и на газонах;
- места с наиболее высокой вероятностью нахождения опасных веществ: несанкционированные свалки, места расположения опасных объектов, в том числе в прошлом;
- места наиболее вероятного поступления почвенных частиц в организм человека, т.е. игровые площадки детских дошкольных учреждений и во дворах, спортплощадки и школьные стадионы, рекреационные зоны.

Всего было отобрано 96 почвенных проб. Каждая пробная площадка имела координаты, определенные на GPS. Валовое содержание тяжелых металлов (Pb, Cr, Cu, Co, Ni, Mn, Zn) определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии. Для составления тематических карт пространственного распределения тяжелых металлов в почве, проводили интерполяцию полученных данных при помощи программного пакета ArcGIS ArcMap по методу Крикинга. Это улучшенный геостатистический метод, который позволяет строить предполагаемую поверхность из набора точек с z-значениями. Существует несколько разновидностей данного метода, в данном случае использовали ординарный кригинг.

Расчет комплексного показателя суммарного загрязнения Z_c производили с учетом среднего геометрического коэффициентов концентрации и коэффициентов токсичности тяжелых металлов (Водяницкий, 2010):

$$Z_c = n \times [(K_{k1} \times K_{T1})(K_{k2} \times K_{T2}) \times \dots (K_{kn} \times K_{Tn})]^{1/n} \times (n - 1),$$

где K_{kn} – коэффициент концентрации поллютанта, K_{Tn} – коэффициент токсичности поллютанта.

Коэффициент концентрации поллютанта K_k рассчитывали по формуле:

$$K_{ki} = C_i / C_{if},$$

где C_i – фактическое содержание поллютанта, C_{if} – фоновое содержание поллютанта.

Значения коэффициентов токсичности элементов представлены в табл. 1 (Водяницкий, 2008).

Таблица 1. Классы опасности тяжелых металлов и металлоидов и коэффициенты токсичности K_T .

Класс опасности	K_T	Химические элементы
1	1.5	Pb, Zn, Ni, Cr, As, Cd, Hg, Se
2	1.0	Co, Cu, Mo, B, Sb
3	0.5	Mn, Ba, W, V, Sr

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В ходе исследования на территории города Петрозаводска выделены следующие категории землепользования:

- земли городской и сельской застройки – жилая часть (внутридворовые пространства, скверы, детские сады и школы, памятники природы и т.д.);
- земли общего пользования – промышленная зона (заводы и фабрики, автохозяйства, ТЭЦ, склады, АЗС, станции и поля аэрации, автомагистрали, аэропорты, железные дороги и т.д.);
- земли природно-рекреационной и природоохранной зон (городские леса, лесопарки, парки, бульвары, скверы, памятники природы и т.д.);
- земли резерва (пустыри, свалки, карьеры).

При изучении пространственного распределения тяжелых металлов в почве обнаружено, что основная антропогенная нагрузка приходится на земли общего пользования. На землях городской застройки выявлена повышенная концентрация в почвах свинца и локально – никеля. Территория зеленой зоны характеризуется повышенным содержанием марганца в почвах, на отдельных участках – свинца и никеля. На землях сельской застройки также выявлено локально повышенное содержание свинца и марганца. Почвы категории «земли резерва» показали превышение ПДК по содержанию марганца в двух точках отбора проб. Минимальные, средние и максимальные показатели содержания тяжелых металлов в почвах города Петрозаводска представлены в табл. 2.

Таблица 2. Содержание тяжелых металлов в почвах города Петрозаводска, мг/кг.

	Pb	Cu	Zn	Ni	Co	Cr	Mn
Минимальное значение	3.08	7.95	18.59	6.19	2.11	7.18	268.92
Максимальное значение	383.93	246.33	152.44	122.23	32.89	78.95	4349.56
Среднее значение	32.56	36.10	72.97	27.00	10.51	30.55	934.87
Среднее геометрическое значение	22.21	29.28	65.58	23.78	9.62	27.88	793.91
ПДК	32	100	300	50	50	100	1500

Комплексный показатель суммарного загрязнения Z_c тяжелыми металлами (Pb, Cr, Cu, Co, Ni, Mn, Zn) для почв города Петрозаводска составляет 10.78. При сопоставлении полученного показателя с ориентировочной оценочной шкалой уровней и категорий опасности загрязнения почв можно сделать вывод, что почвы города Петрозаводска имеют минимально низкий уровень загрязнения. По показателям здоровья населения (Гигиеническая оценка..., 1999 г), данной категории соответствует наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота встречаемости функциональных отклонений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследования можно сделать вывод, что свинец является основным загрязнителем почв города Петрозаводска, по данному элементу отмечены самые высокие показатели содержания, в несколько раз превышающие ПДК. На урбанизированной территории прослеживается тенденция к накоплению никеля и меди. Загрязнению наиболее подвержены почвы категории общего пользования.

В ходе геостатистической обработки данных выявлены экстремально высокие значения по содержанию свинца, меди и марганца. На данном этапе исследования мы не стали их исключать из набора данных.

Для оценки среднего содержания тяжелых металлов в городских почвах целесообразно использовать средние геометрические значения, т.к. на урбанизированной территории, как правило, наблюдается высокий разброс показателей. Средние геометрические значения для содержания тяжелых металлов в почвах города Петрозаводска (табл. 2) находятся в пределах ПДК.

В целом, почвы г. Петрозаводска имеют минимально низкий уровень загрязнения тяжелыми металлами (Pb, Cr, Cu, Co, Ni, Mn, Zn).

ЛИТЕРАТУРА

1. Федорец Н.Г., Медведева М.В. Эколого-микробиологическая оценка состояния почв города Петрозаводска. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. – 2005. 96 с.
2. Стурман В.И. Экологическое картографирование: Учебное пособие / В.И. Стурман. – М.:Аспект Пресс, – 2003. 251 с.

3. *Водяницкий Ю.Н.* Формулы оценки суммарного загрязнения почв тяжелыми металлами и металлоидами // Почвоведение, 2010, №10, с. 1276–1280
4. *Водяницкий Ю.Н.* Тяжелые металлы и металлоиды в почвах. – М.: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, – 2008. 86 с.
5. *Гигиеническая оценка* качества почвы населенных мест: Методические указания. М.: ФЦ ГСЭН Минздрава России, – 1999. 38 с.

Работа рекомендована д.с.-х.н. Н.Г. Федорец.

УДК 631.4 630 114. 36

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ПАЛЕОПОЧВ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПРИОБСКОГО ПЛАТО

С.Ю. Пономарев

Институт Почвоведения и Агрохимии СО РАН, г. Новосибирск

В статье обсуждается значение морфологических признаков палеопочв северо-восточной части Приобского плато для понимания путей формирования современных почв с древними признаками педогенеза. Морфологические признаки изученных палеопочв, формирующихся на субэразовых лёссовидных суглинках и на разновозрастных эрозивных палеопочвах, существенно варьируют, но все они соответствуют степным–лесостепным условиям почвообразования.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение морфологических признаков древних почв представляет большой научный интерес, так как, сравнивая их с такими же признаками фоновых почв, а также между собой, можно выявить различия или сходство в условиях их формирования. Это обусловлено тем, что ряд морфогенетических специфических относительно природной среды признаков, сохраняется в диагенезе [1], и несет информацию о её состоянии в период формирования почвенного тела.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Поверхность Приобского плато, на территории которого расположены изученные современные почвы и палеопочвы, перекрыта мощными лёссовидными отложениями, служащими для первых почвообразующей породой. Но в определённых позициях рельефа наблюдается выход на дневную поверхность (резкспонирование) древних почв, по которым идет современное почвообразование.

В ходе исследований были изучены морфологические признаки трех резкспонированных плейстоценовых палеопочв, перекрытых современными гумусовыми горизонтами небольшой мощности, положение и простираие которых хорошо прослеживается в береговых обнажениях северо-восточной части Приобского плато, в генетическом плане объекты исследований являются представителями почвенно-лёссовой толщи субэразового происхождения, отражающей специфику одного из этапов плейстоценового почвообразования на данной территории. Каждая из палеопочв имеет морфологические особенности в строении как почвенного профиля в целом, так и отдельных генетических горизонтов.

Морфологические признаки современных почв и палеопочв изучались с использованием основных положений морфологии почв [2] и с учетом методических рекомендаций, предлагаемых исследователями палеопочв [3, 4; и др.].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

Анализ и сопоставление морфологических признаков палеопочв северо-восточной части Приобского плато, сформированных на субэразовых лёссовидных суглинках и на разновозрастных эксгумированных палеопочвах, использовались для понимания путей формирования современных почв с древними признаками педогенеза.

Фоновыми почвами на изученной территории выступают черноземы южные, сформированные на мощных лёссовидных суглинках. Данные почвы вскрыты разрезами 1–09 и 1–010.

Разрез 1–09, вскрывает почву, морфология которого соответствует литературным материалам, характеризующим черноземы данной территории. По совокупности морфогенетических признаков она может быть отнесена к черноземам южным карбонатным среднемощным, по распространенности на изучаемой территории является фоновой почвой. В профиле выделяются горизонты A_d (0–2 см), гумусовый горизонт A_{ca} (средняя мощность которого ≈ 20 см), переходного горизонта AB_{ca} (мощностью 29 см), а также иллювиально-карбонатного горизонта B_{ca} , (52–93 см) горизонта BC_{ca} , переходного от иллювиально-карбонатного к почвообразующей породе C_{ca} . Почва, вскрытая разрезом 1–010, также имеет совокупность признаков, характерных для черноземов южных карбонатных среднемощных. В то же время она отличается от предыдущей мощностью гумусово-аккумулятивной толщи (гор. A_{ca} и переходный гор. AB_{ca}) которая на 15 см меньше, чем в разрезе 1–09. Кроме того, в иллювиально-карбонатном горизонте B_{ca} разреза 1–010, выявлено накопление карбонатных журавчиков, что также не отмечается для почвы разреза 1–09. Особенности разреза 1–010, можно объяснить формированием данной почвы на слабонаклонной поверхности относительно близко к отрицательной форме рельефа (оврагу). По-видимому, на определенном этапе формирования современного рельефа, мог происходить плоскостной (латеральный) смыв–намыв отложений и горизонтов почв, что могло послужить основой к переотложению и последующей сегрегации карбонатных журавчиков, и привести к сносу верхней части гумусового горизонта в разрезе 1–010.

Все резекспонированные палеопочвы, перекрытые гумусовым горизонтом современного почвообразования, имеют черноземовидный облик, осложненный, однако, признаками, не соответствующими современным условиям почвообразования, которые в разных почвах не идентичны. Они представляют собой выходы палеопочв, входящих в состав строенного педокомплекса, четко прослеживаемого в береговом обнажении.

Разрез 2–010 заложен на выходе верхней палеопочвы педокомплекса. В морфологическом строении отмечается укороченный гумусовый горизонт A_1 (около 8 см), который сформирован на горизонте $[A]'$ верхней палеопочвы, вскрытой экзогенными процессами. С глубины 30 см выделен лёссовый горизонт $[L]$, распространение которого просматривается со стороны реки Обь. Ниже (с глубины 60–70 см) находится кровля второй палеопочвы $[A]''$. К особенностям профиля, вскрытого разрезом 2–010, можно отнести также обилие кротовин разного времени формирования. Кротовины, заполненные различным материалом, в том числе и не наблюдающимся в горизонтах вскрытой почвы, часто частично накладываются друг на друга. Обилие кротовин указывает на благоприятные условия для обитания землероев, в современных фоновых почвах количество кротовин в несколько раз меньше. Выявлено обилие корневидных трещин, заполненных карбонатами, которые отмечаются с глубины 30 см, что указывает на существование стабильной поверхности на этой глубине. Разрез 8–09, расположенный в непосредственной близости выше по склону, также вскрывает современную маломощную почву, формирующуюся на горизонте $[A]'$ верхней палеопочвы. Морфологическое строение разреза аналогично верхней части разреза 2–010, но верхняя палеопочва здесь более мощная. Совокупность морфологических признаков свидетельствует, что формирование этой палеопочвы могло происходить в условиях умеренно-засушливой степи.

Почвенный профиль 3–011 вскрывает среднюю палеопочву педокомплекса и демонстрирует северную стенку в разрезе. В морфологическом плане разрез 3–011 обнажает

стык современной почвы и гумусового горизонта древней почвы. Сложность представляет определение границы современной почвы и древнего гумусового горизонта, которые весьма схожи по наиболее наглядным морфологическим признакам (цвет, структура, сложение). Граница между современной и древней почвами проходит на глубине около 30 см. Об этом свидетельствует наличие на этой глубине резкого уменьшения корней современных растений, появление корневидных трещин, заполненных карбонатами, и изменение плотности. Корневидные трещины пронизывают весь древний гумусовый горизонт и близки по морфологии с трещинами в разрезе 2–010. Отмечаются отдельные кротовины, количество которых меньше, чем в разрезе 2–010. Интерес представляет древний переходный горизонт [AB], всю толщу которого пронизывают древовидные трещины, заполненные темно-серым гумусовым материалом из вышележащего горизонта [A]. Повидимому, трещины были образованы корнями древних растений. Таким образом, почвенный разрез 3–011 существенно отличается по морфологическим признакам от фоновых почв.

Почвенный профиль 3(2)–010 вскрывает южную стенку разреза. Вскрытая палеопочва также существенно отличается по морфологическим признакам от фоновых почв и предыдущей резкспонированной палеопочвы. Морфологические свойства этой палеопочвы позволили предполагать, что верхняя ее часть формировалась в условиях сухой степи (на что указывают трещины усыхания), а нижняя – в более влажных климатических условиях, поскольку в последней наблюдается снижение границы распространения карбонатных новообразований. Интерес представляет граница между лёссовой толщей и древним гумусовым горизонтом, которая имеет «затечный» вид: палево-бурый лёссовый материал по узким ветвящимся трещинам проникает в древний гумусовый горизонт. Корневидные трещины пронизывают весь древний гумусовый горизонт и сходны с трещинами в разрезе 2–010. Отмечаются отдельные кротовины, количество которых меньше, чем в разрезе 2–010. Обращает на себя внимание древний переходный горизонт [AB], всю толщу которого пронизывают древовидные трещины, заполненные темно-серым гумусовым материалом из вышележащего горизонта [A].

Разрез 4–010 вскрывает нижнюю (самую древнюю) палеопочву педокомплекса. В береговом обнажении хорошо заметно, что под темно-серым гумусовым горизонтом нижней палеопочвы располагается горизонт бурого цвета [B_{fe}] (железистый). Данный горизонт не встречается ни в фоновых почвах, ни в вышележащих палеопочвах. Горизонт бурого цвета свидетельствует о более влажных условиях формирования палеопочвы, вскрытой разрезом 4–010, по сравнению с другими изученными почвами. В разрезе 4–010 современная часть профиля формируется на лёссовой толще. Граница между лёссовой толщей и древним гумусовым горизонтом отличается резким хорошо выраженным переходом. По одной версии такая ситуация может быть объяснена тем, что палеопочва формировалась в более гидроморфных условиях, чем вышележащая палеопочва педокомплекса. В дальнейшем произошла довольно резкая смена климатических условий, сопровождаемая усиленным осадконакоплением в виде лёссовой пыли. По второй версии резкая граница может быть обусловлена эрозионными процессами. В профиле разреза 4–010 практически незаметны новообразования карбонатов, что отличает его от всех изученных почв и может свидетельствовать об отмытости профиля от карбонатов кальция, что также указывает на более влажные условия почвообразования. Нижняя граница палеопочвы в разрезе 4–010, подобна таковой палеопочвы разреза 3–011. Морфология границы связана с проникновением гумусовых веществ по ходам древних растений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, морфологические свойства изученных почв существенно варьируют. В общем можно отметить, что почвенные разрезы 2–010, 3(2)–010, 3–011, 4–010 и их аналоги по сравнению с фоновыми разрезами имеют укороченный гумусовый горизонт, (который часто бывает нарушен), большой вариацией в окраске горизонтов, разным ха-

рактором границ, различной плотностью и наличием новообразований. Такое варьирование признаков объясняется разной историей формирования современных почв. Одни почвы (разрезы 1–09 и 1–010) формируются на субаэральных лёссовидных суглинках, другие (разрезы 2–010, 3–011, 3(2)–010, 4–010 и их аналоги) на разновозрастных эксгумированных палеопочвах. Каждая палеопочва отличается от другой набором и сочетанием морфологических признаков, которые были сформированы в былые эпохи почвообразования, а в настоящее время обнаруживаются в 1–2 м толще, на глубину которой обычно вскрывают профили современных почв.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Память почв: Почва как память биосферно-геосферно-антропосферных взаимодействий* / Отв. Ред. В.О. Таргульян, С.В. Горячкин. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – 692 с.
2. *Розанов Б.Г.* Морфология почв. – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1983. – 320 с.
3. *Морозова Т.Д.* Развитие почвенного покрова Европы в позднем плейстоцене. М.: Наука, 1981. 281 с.
4. *Проблемы и методы изучения ископаемых почв* / Дергачева М.И., Зыкина В.С., Волков И.А. Методические рекомендации. Новосибирск: ИГГ СО РАН, 1984. – 80 с.

Работа рекомендована д.б.н., проф., г.н.с. ИПА СО РАН М.И. Дергачевой.

УДК 631.44 (477.83)

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ МЕЛОВОГО МЕРГЕЛЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ГИПЕРГЕНЕЗА (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЛАБОРАТОРНОГО МОДЕЛЬНОГО ОПЫТА)

Р.Б. Семашук

Львовский национальный университет имени Ивана Франко, Львов, Украина

Статья посвящена проблеме установления закономерностей выветривания мелового мергеля, в связи с тем, что процессы выветривания и почвообразования происходят одновременно.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важных в практическом и теоретическом отношении проблем современного почвоведения является первичное почвообразование на элювии-делювии плотных карбонатных пород и изучение особенностей формирования морфогенетических свойств рендзинных почв в разных геоморфологических и фитоценологических условиях [3].

Составная часть этой проблемы – степень изменения почв под влиянием факторов почвообразования, что определяется их рефлексорностью (способность отражать определенное влияние конкретного фактора) и сенсорностью (чувствительность к этому воздействию) [4].

Изучение первичного почвообразования позволяет открыть многие закономерности почвообразования в целом и, прежде всего, закономерности взаимодействия биологического и геологического круговорота веществ, процессов разложения и синтеза, процессов аккумуляции и выноса, баланса почвообразования [3].

Вопрос первичного почвообразования и начальных стадий формирования первичных почв отражены во многих научных трудах (И.П. Герасимов, М.А. Глазовская, 1960; А.А. Роде, 1971; В.М. Фриланд, 1972; В.А. Таргульян, 1983, 1986; Е.М. Самойлова, 1986; Л.А. Карпачевский, 1987; И.А. Соколов, 1996, 2004; В.Д. Тонконогов, 1999; Е.В. Абакумов, А.Н. Шелемина, 2000; Л.Ю. Рейнтам, 2001; Н.П. Чижикова и др., 2002; Ю.М. Попа, 2010 и др.).

Чрезвычайно интересной в этом отношении является публикация Е.В. Абакумова и А.Н. Шелеминой (2000), посвященная изучению почвообразования на древних памятках культуры. Исследования показали, что за триста лет на стенах Копорской крепости, составленных из местных ордовикских известняков образовались полнопрофильные рендзины (мощностью ≈ 26 см), которые по своим свойствам очень похожи на почвы Ордовикского плато, сформированные на аналогичных породах [1].

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В процессе формирования почв на элювиальных коре выветривания карбонатных пород профиль почвы накладывается на профиль коры выветривания, под которым понимают совокупность зон выветривания, развивающихся под воздействием таких процессов: физической дезинтеграции, гидратации, выщелачивания, окисления и гидролиза [2].

Под влиянием почвообразования эти зоны трансформируются в генетические почвенные горизонты, причем процессы выветривания и почвообразования происходят одновременно. Единственная на первых порах толща в процессе гипергенеза разделяется на два разного рода образования: почву и кору выветривания или элювий породы [5].

С целью установления основных закономерностей вымывания карбонатов из мелового мергеля атмосферными осадками в зависимости от значения их pH, с 12.02.2012 по 24.02.2012 был проведен лабораторный модельный опыт.

Основываясь на результатах химического анализа дождевой воды, мы сделали 4 варианта раствора, которые по химическому составу были близки к естественной дождевой воде, но отличались между собой значениями pH.

Значение pH растворов следующее: вариант I – 4.5, вариант II – 5.5, вариант III и IV – 6.5 и 7.5 соответственно.

Были взяты 4 навески примерно одинакового дисперсного состава и одна навеска крупнообломочного материала, массой 50 г.

Поскольку значение pH дождевой воды составляет 5.5, то раствором вариант II мы промывали одновременно мелкодисперсную и крупнодисперсную навески.

Навески переносили на воронки Бюхнера, которые были зафиксированы в круглодонных колбах емкостью 500 мл.

Согласно статистическим данным, среднее многолетнее количество осадков на территории исследования составляет 500 мм, поэтому в течение 10 дней каждый день промывали навески раствором в количестве 50 мл.

Чтобы обеспечить равномерное попадание раствора на навеску, сверху образцы накрывались воронкой Бюхнера. Раствор подавался равномерно, небольшими порциями.

После промывания верхнюю воронку снимали. Раствор, профильтрованный через навеску, собирали в круглодонную колбу. В полученном фильтрате определяли значение pH. Измерения осуществляли потенциометрически, на pH-метре (pH-150м), сразу после фильтрования, и через 24 часа. После измерения pH фильтрат переносили в фарфоровую чашку (масса чашек была заранее определенной), испаряли его и взвешиванием определяли массу осадка.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Данные лабораторного модельного опыта приведены в таблице 1.

Промывание навесок мелового мергеля проводилось на протяжении двух периодов, продолжительностью 5 дней каждый. Для установления влияния степени увлажненности мелового мергеля на вынос карбонатов нами был предусмотрен перерыв между периодами на 2 дня.

Исследованиями выявлено, что после первого дня промывания в варианте I и варианте III было вымыто больше осадка, чем за всё время проведения опыта и его количество составило 0.34 и 0.36 г соответственно. К концу первого периода модельного опыта в этих вариантах количество вымытого осадка постепенно уменьшалось.

После второго дня промывания максимальное количество вымытого осадка установлено в варианте II и варианте IV, а на третий день максимальное количество осадка было уже вынесено из крупнодисперсного материала (вариант V). В целом к концу первого периода модельного опыта во всех вариантах количество вымытого осадка достигло своего минимума.

В начале второго периода модельного опыта (шестой день) нами выявлено увеличение количества вымытого осадка во всех вариантах, за исключением варианта V, в котором максимум вымытого осадка был достигнут на седьмой день. К концу второго периода модельного опыта количество вымытого карбонатного осадка постепенно уменьшалось.

Анализ данных, представленных в табл. 1 показал, что при постоянном промывании количество вымытого карбонатного осадка уменьшается, а при периодическом – увеличивается. Такую динамику вымывания карбонатного осадка можно объяснить интенсификацией физического выветривания мелового мергеля, который после периодического увлажнения и высыхания растрескивается и разрушается (диспергируется).

Кроме массы карбонатного осадка проводились также измерения значений pH рабочих растворов, которыми промывали навески мелового мергеля. Значение pH измеряли сразу после промывания карбонатного материала и через 24 часа (табл. 1).

Анализируя данные табл. 1, видно, что после фильтрации рабочего раствора через навеску мелового мергеля, его значение pH со среднекислого (5.5) изменяется до среднещелочного (8.46), а через сутки – до 7.95.

Таблица 1. Данные лабораторного модельного опыта.

День промывания	Вариант I			Вариант II			Вариант III			Вариант IV			Вариант V		
	ПФ	П24	m	ПФ	П24	m	ПФ	П24	m	ПФ	П24	m	ПФ	П24	m
1	8.58	7.95	0.34	8.46	7.95	0.20	8.55	8.13	0.36	8.43	8.02	0.09	7.23	7.83	0.01
2	8.59	7.98	0.19	8.67	8.03	0.48	8.57	8.11	0.29	8.67	8.07	0.43	8.35	7.99	0.03
3	8.43	7.87	0.18	8.34	7.9	0.11	8.44	7.98	0.22	8.58	7.98	0.17	8.48	7.9	0.11
4	8.25	7.85	0.09	8.28	7.9	0.06	8.42	7.98	0.16	8.44	7.98	0.07	8.52	7.83	0.11
5	8.45	7.93	0.09	8.47	7.97	0.08	8.41	8.08	0.19	8.54	8.07	0.07	8.42	7.93	0.06
6	8.75	7.82	0.1	8.77	7.87	0.14	8.9	7.92	0.23	8.72	7.95	0.13	8.79	7.79	0.04
7	8.42	7.93	0.05	8.63	7.92	0.11	8.44	7.96	0.18	8.47	8.0	0.1	8.64	7.9	0.07
8	8.54	7.93	0.04	8.5	7.98	0.12	8.53	8.0	0.2	8.44	7.99	0.12	8.42	7.88	0.03
9	8.59	7.97	0.05	8.52	8.01	0.08	8.33	7.99	0.11	8.41	8.07	0.07	8.46	7.9	0.02
10	8.7	8.01	0.16	8.56	8.08	0.05	8.56	8.13	0.08	8.46	8.16	0.1	8.67	8.03	0.01

Примечание. ПФ – значения pH после фильтрации; П24 – значения pH через 24 часа; m – масса осадка, г.

ВЫВОДЫ

Исследованиями установлено:

–при постоянном промывании количество вымытого карбонатного материала уменьшается, а при периодическом – увеличивается. Выявленную динамику вымывания и растворения карбонатного материала можно объяснить физическим выветриванием (или дополнительной диспергацией) мелового мергеля, который после периодического увлажнения и высыхания растрескивается и разрушается;

–чем большее количество твердого карбонатного материала вымывается, тем высшим значением pH характеризуется фильтрационный раствор;

–определяющую роль в установлении значений pH слаботоразвитых рендзинных почв имеет наличие в их профиле большого количества элювия исходной карбонатной породы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абакумов Е.В.* Почвы стен Копорской крепости / Е.В. Абакумов, А.Н. Шелемина // Тезисы докладов III съезда Докучаевского общества почвоведов. – М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 2000. – Кн. 3. – С.3.
2. *Кирильчук А.А.* Дерново-карбонатні ґрунти (рендзини) Малого Полісся: монографія / А.А. Кирильчук, С.П. Позняк. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. – 180 с.
3. *Кирильчук А.А.* Первинне ґрунтоутворення на елювії-делювії щільних карбонатних порід / А.А. Кирильчук, С.П. Позняк, Р.Б. Семашук // Агроекологічний журнал. – Харків. – 2011. – С. 1–8.
4. *Ковда В.А.* Основы учения о почвах. Общая теория почвообразовательного процесса / В.А. Ковда. – М.: Наука, 1973. – Кн.1. – 446 с.
5. *Позняк С.П.* Чинники ґрунтоутворення: Навчальний посібник. / С.П. Позняк, Є.Н. Красеха. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 400 с.

Работа рекомендована к.геогр.н., доц. А.А. Кирильчук.

УДК 631.10

ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРОГНОЗ ПОВЕДЕНИЯ ФУНГИЦИДА МЕТРАФЕНОНА В ПОЧВАХ И ПОЧВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ В ЦЕЛЯХ ОЦЕНКИ ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

Г.В. Тавлуй

Московский Государственный Университет имени М.В.Ломоносова, факультет почвоведения, отделение экологии, специализация экологическая экспертиза

Пестициды являются единственным загрязнителем, который сознательно вносится человеком в окружающую среду. Применение пестицидов позволяет получать стабильные урожаи и ограничивать распространение инфекций. Однако непродуманное использование пестицидов имеет и негативные последствия. Пестициды являются очень сложным объектом для описания их поведения в почве, так как их миграция проходит на фоне разложения, зависящего от многих факторов внешней среды. В этом их отличие от других токсикантов, традиционно являющихся объектами исследования в работах по миграции веществ в почвах.

ВВЕДЕНИЕ

Пестициды во многом являются типичными представителями химической продукции, выпускаемой в обращение, поэтому к ним в значительной степени применимо регулирование, предназначенное для химической продукции в целом. Одним из ключевых понятий в регулировании обращения химической продукции является опасность. При оценке опасности пестицидов их распределяют по видам и классам. Основное предназначение классификаций экологической опасности пестицидов в предупреждении о возможных негативных эффектах на окружающую среду и определении мер по их устранению при неправильном применении пестицидов. В России, при регистрации, экологическая оценка документально оформляется в виде «Заключения по оценке воздействия пестицида на окружающую среду» ([Приказ МСХ РФ от 10.07.2007 г. № 357] раздел Е1), а производится оценка, на данный момент, по лабораторным данным поведения пестицидов и их токсичности в окружающей среде без учета факторов окружающей среды (метеоусловий, условий в почве). Изредка проводятся полевые эксперименты.

Напротив, в странах ЕС и некоторых других принята система экологической оценки риска применения пестицидных препаратов. Ее типичными инструментами являются ма-

тематические модели прогноза концентраций пестицидов в природных объектах. Физически обоснованные модели, построенные на универсальных, всеобщих законах, дают уникальную возможность без существенных финансовых и временных затрат учитывать обширный ряд климатических, почвенных, гидрологических, агротехнических и других условий свойств объекта, а также показать вероятность его изменения при том или ином внешнем воздействии, что зачастую недостижимо в условиях натурального эксперимента.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: анализ подходов к оценке экологической опасности (требуется для госрегистрации на территории РФ) и к оценке экологического риска (требуется для госрегистрации на территории ЕС)

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объекты исследования – метрафенон действующее вещество пестицидного препарата Flexiti. Это новое вещество, находящееся на стадии государственной регистрации в России.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Процедура оценки экологической опасности пестицида.

Под экологической опасностью пестицида понимается его способность оказывать негативное воздействие на окружающую среду.

Оценка экологической опасности д.в. пестицида проводится по нескольким показателям, а именно:

1. Стойкость и подвижность, т.е. поведение в окружающей среде;
2. Токсическое воздействие на нецелевые виды организмов.

Для целей оценки опасности сотрудниками МГУ и подмосковного специализированного НИИ фитопатологии разработано руководство по классификациям экологической опасности пестицидов «Методы оценки экологической опасности пестицидов при их регистрации» в котором приведены таблицы для определения класса опасности.

Процедура оценки экологического риска.

Для пестицидов понятие экологический риск можно трактовать как вероятность проявления их экологической опасности (прежде всего токсичности) в реальных условиях окружающей среды и регламенте применения.

Существует два подхода оценки экологического риска пестицидов:

1. вероятностный;
2. детерминированный.

В ЕС, где уже несколько десятилетий работают именно с рисками пестицидов, рекомендован детерминистический подход, когда оценка риска использует фиксированные значения токсичности и концентраций пестицидов в природных объектах. Показателем детерминированного риска является отношение токсичности вещества и его концентрации в окружающей среде.

Для дождевых червей показатель риска = LC_{50} (NOEC)/Спочва (на 14 день). В случае, если он больше 100, считается, что риск минимален.

Итак, для расчета показателя детерминированного риска нам необходимо было знать концентрацию д.в. (метрафенона) на 14 день. Эти данные можно получить двумя способами:

1. Полевые исследования;
2. Математическое моделирование.

В том и другом способе есть свои преимущества, однако полевые опыты трудоемки, длительны и затратны. Это неудобно, когда необходимо оценить множество препаратов ежегодно. В этом случае, математические модели – наиболее эффективный инструмент для оценки экологического риска пестицидов. Моделирование позволяет получить не только концентрации, но также динамики поведения пестицидов в объектах окружающей

среды. И что наиболее ценно, позволяет это сделать для целого набора почвенно-климатических условий страны, что затруднительно в случае полевых исследований.

В Российской Федерации для целей регулирования рекомендованы европейские модели MACRO и PEARL в сочетании с российскими сценариями входных данных (почва-погода-культура), которые разработаны во ВНИИ фитопатологии и МГУ им. Ломоносова для шести основных сельскохозяйственных регионов России.

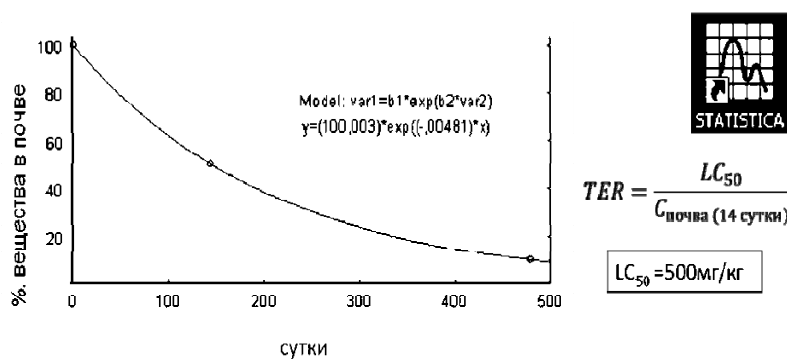
Стандартные сценарии входных данных для математических моделей – это почвенно-климатические условия, характеризующие основные регионы страны. На данный момент детально разработаны три сценария для России: это применение в Московской, Курской и Саратовской областях.

Для сравнения с данными моделирования для РФ, мы также взяли результаты полевых экспериментов в условиях Европы. А именно, были использованы данные по испытаниям в Германии и Дании.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Метрафенон очень стойкое (DT_{50} 182–365 сут. DT_{50} (медиана) = 250.6 сут) в почве вещество, обладающее невысокой подвижностью (K_{oc} (сред) = 3105) из чего, были сделаны следующий выводы – потенциально метрафенон способен накапливаться в верхних почвенных горизонтах, т.к. скорость его разложения будет низкой, а миграция будет выражена слабо. Следовательно, есть смысл проводить оценку токсичности метрафенона только для наземных организмов: млекопитающих, птиц и почвенных организмов. Как выяснилось, метрафенон среднетоксичное вещество (LC_{50} = 500 мг/кг) для дождевых червей и теоретически, если нормы внесения препарата Флексити будут достаточно высокими, что бы происходило накопления метрафенона в верхних слоях почвы, вероятно, некоторое негативное воздействие. И именно для червей необходима оценка экологического риска, учитывающая почвенные условия, метеорологические и регламент применения препарата Флексити.

В литературе приведены данные по полевым опытам миграции метрафенона в почвах Германии (рис. 1) и Дании (рис. 2). Эти данные были аппроксимированы экспоненциальной функцией для получения значения концентрации вещества на 14е сутки. Численные значения параметров были достоверны и качество самой аппроксимации хорошее.



Германия DT_{50} 144 дней DT_{90} 478 дней

Доза внесения метрафенона 0,6 л га $\rightarrow$ 0,2497 мг/кг $\rightarrow$ 100% при $\rho = 1,2 \cdot 1,24 \text{ г/см}^3$

Вид зависимости для аппроксимации

Степень разложения на 14е сутки, % = $100 \cdot \exp(-0,0048 \cdot 14) = 93,5\%$

$C_{\text{метрафенон, 14 день}} = 0,2335 \text{ мг/кг}$

$$TER = \frac{500}{0,2335} = 2141 \gg 100 \quad \boxed{\text{риск для червей минимален}}$$

Рисунок 1. Аппроксимация данных по разложению метрафенона в полевых условия (Германия).

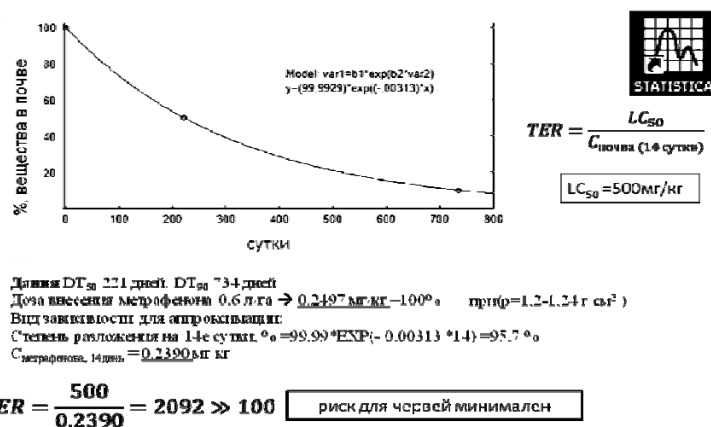


Рисунок 2. Аппроксимация данных по разложению метрафенона в полевых условия (Дания).

В том и другом случае, риск для червей минимален, т.к. показатель риска много больше 100. Однако, это данные полевых экспериментов только в двух почвах и для условий Европы, которые значительно отличаются от условий России.

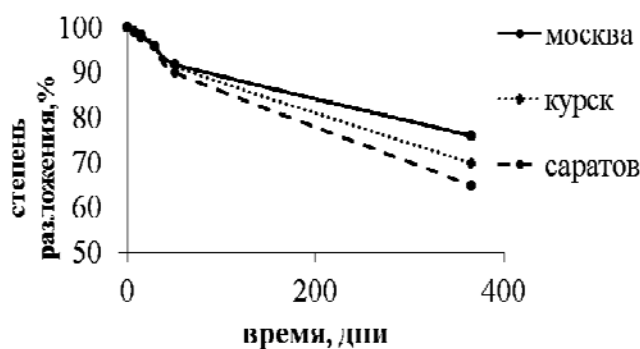


Рисунок 3. Результаты прогноза поведения метрафенона по модели PEARL с использованием национальных сценариев.

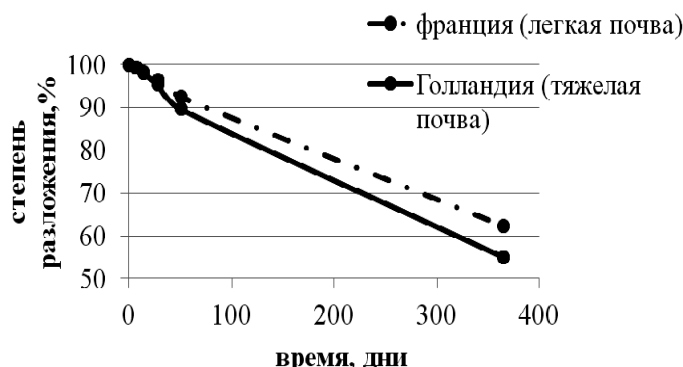


Рисунок 4. Результаты прогноза поведения метрафенона по модели PEARL с использованием европейских сценариев

Сравнение российских сценариев с европейскими показало, что сельскохозяйственные районы России характеризуются более холодным климатом. По полученным результатам видно, что скорость разложения пестицидов, попадающих в почву, на территории РФ ниже, величины предполагаемых остаточных количеств выше и вероятность миграции загрязняющих веществ в нижние горизонты почвы и далее в грунтовые воды выше (рис. 3, 4). Так, даже в худшем случае, по европейским сценариям величина остаточных количеств метрафенона будет составлять 62 % через год после применения. А в самом лучшем случае для российских это величина составит 65 %. Таким образом, необходима дальнейшая работа по разработке национальных стандартных сценариев с учетом наших климатических и почвенных условий.

Если вернуться к величине оценки риска, то для всех сценариев, как для российских почв так и для европейских, величины внесения препарата оказались достаточно низкими и риск влияния на дождевых червей будет низким.

Однако, величины остаточных количеств метрафенона через год после применения для всех сценариев будут значительными, что требует введения ограничения применения препарата Флексити на одном и том же поле не более трех лет подряд.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе показано как отличаются два подхода к экологической оценке пестицидов: оценка опасности и оценка риска. Потенциально возможная токсичность метрафенона из-за вероятности его накопления в почвах не реализуется в реальных условиях. Это показано с помощью процедуры оценки экологического риска, которая давно применяется в ЕС совместно с оценкой опасности.

Необходимость внедрения процедуры оценки риска в РФ становится очевидной при рассмотрении различных почвенно-климатических зон. На данный момент при оценке пестицида часто используют данные, полученные для почв ЕС. Однако, почвенные и климатические условия РФ в значительной степени отличаются от Европы. Даже в самых теплых регионах РФ разложение пестицида проходит медленнее. Это диктует необходимость разработки стандартных сценариев для всех сельскохозяйственных регионов РФ.

Разработка стандартных сценариев во многом зависит от наличия в свободном доступе баз данных по свойствам почв и многолетним метеоданным. Тем не менее, постепенно эта работа выполняется.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kolupaeva V.N., Gorbatov V.S. Parameterization, calibration and comparison of pesticide leaching model PELMO to lysimeter data from Moscow region. Fifth International Conference ModelCARE, 2005, p. 276.
2. Колупаева В.Н., Горбатов В.С., Шеин Е.В., Леонова А.А. Использование имитационной модели PEARL для оценки миграции метрибузина в почве. Почвоведение, 2006, № 6, с. 667–673.
3. Kolupaeva V.N., Gorbatov V.S., Kokoreva A.A. Comparison of PEARL and MACRO_DB simulations in the unsaturated zone using lysimeter experiment data. Environmental Fate and Ecological Effects of Pesticides. A.A.M. Del Re, E. Capri, G. Fragoulis and M. Trevisan (Eds.), 2008, p. 497–502.
4. Шеин Е.В., Кокорева А.А., Горбатов В.С., Умарова А.Б., Колупаева В.Н. Оценка чувствительности, настройка и сравнение математических моделей миграции пестицидов в почве по данным лизиметрического эксперимента. Почвоведение, 2009, № 7.
5. Горбатов В.С., Кононова Т.В. Структура экологических данных о пестицидах. Тезисы докладов Шестой международной конференции Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар, 2010, с. 122–124.
6. Горбатов В.С., Кононова А.А. Использование математических моделей прогноза концентраций пестицидов в поверхностных водах с целью оценки их риска для водных организмов. Агрохимический вестник, 2010, №1, с. 27.
7. Колупаева В.Н., Горбатов В.С. Математические модели миграции пестицидов в грунтовые воды. Агрохимия, 2011, № 6.
8. Федеральный закон от 10.01.2002 г. №7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ КЛАССИФИКАЦИИ экологической опасности пестицидов для российской системы их регулирования приведены в соответствующем руководстве

1. Согласованная на глобальном уровне система классификации опасности и маркировки химической продукции (СГС). Третье пересмотренное издание. Организация Объединенных Наций, Нью-Йорк и Женева, 2009. 654 с.

2. ГОСТ 31340-2007. Межгосударственный стандарт. «Предупредительная маркировка химической продукции. Общие требования». М.: Стандартиформ, 2008. 36 с.
3. ГОСТ Р 53856-2010. «Классификация опасности химической продукции. Общие требования».
4. ГОСТ Р 53857-2010. «Классификация опасности химической продукции по воздействию на окружающую среду. Основные положения».
5. ГОСТ Р 53854-2010. «Классификация опасности смесевой химической продукции по воздействию на организм».
6. ГОСТ Р 53858-2010. «Классификация опасности смесевой химической продукции по воздействию на окружающую среду».
7. Руководство по классификациям экологической опасности пестицидов (на стадии утверждения и издания).

Работа рекомендована к.б.н., н.с. А.А. Кокоревой (МГУ имени М.В.Ломоносова) и к.б.н., зав. лаб. химии окружающей среды В.С. Горбатовым (ВНИИ Фитопатологии).

ПАМЯТИ ДРУГА УЧИТЕЛЯ.
К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ОЛЬГИ ГРИГОРЬЕВНЫ РАСТВОРОВОЙ
Н.Н. Федорова, Э.И. Гагарина, Г.А. Касаткина, Н.Н. Матинян



О.Г. Растворова.

В 2013 г. исполняется 80 лет со дня рождения (11 июля 1933 г.) Ольги Григорьевны Растворовой, доцента кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ, замечательного человека, ученого и педагога, автора более 150 научных публикаций, известного специалиста в области физики, биологии и экологии почв. Природа щедро одарила ее талантом:

она прекрасно рисовала, сочиняла стихи, пела в немецком хоре, переводила на русский немецкие песни, «оживляла» росписью камни, занималась рукоделием, была бессменным редактором научных работ сотрудников кафедры.

Ольга Григорьевна родилась в Ленинграде в семье служащих, ее родители были специалистами в области лесного хозяйства. В Ленинградской блокаде прожила первый год, до июля 1942 года, когда была эвакуирована вместе с семьей на «Большую землю». Воспоминания о первом годе блокады Ленинграда, иллюстрированные подлинными детскими рисунками автора, выполненными в 1941–1942 годах, опубликованы в брошюре «Память о блокаде».

В 1956 г. Ольга Григорьевна окончила кафедру экспериментального почвоведения Ленинградского государственного университета им. А.А. Жданова с «красным» дипломом и «некоторым опытом создания стенгазет, капустников и прочих малых поэтических и изобразительных форм», как писала она сама. По распределению была оставлена на кафедре, но по стечению обстоятельств два года проработала в проектно-мелиоративном институте, чередуя «поле», а точнее, болота, и «камералку». В 1958 г. она была возвращена на родную кафедру экспериментального почвоведения (впоследствии кафедру почвоведения и экологии почв) и не покидала ее, проработав шесть лет старшим лаборантом (с выполнением функций преподавателя), семь лет ассистентом и более тридцати лет доцентом.

Главным объектом научных исследований Ольги Григорьевны была заповедная со времени Петра 1 лесостепная дубрава (заповедник «Лес на Ворскле» Белгородской области). Кандидатская диссертация на тему: «Особенности влияния различных древесных пород на современное почвообразование в условиях юга лесостепи» была выполнена ею в «Лесу на Ворскле». Изучению физических свойств и режимов почв заповедной дубравы Ольга Григорьевна посвятила большую часть своей жизни. Она проводила многолетние сезонные наблюдения за динамикой влажности, теплового и водного режимов серых лесных почв. Ею собран и обобщен уникальный фактический материал по динамике и химическому составу почвенных растворов и лизиметрических вод почв лесостепной дубравы. Ольга Григорьевна, совместно с коллективом почвоведов (В.П. Цыпленков, И.А. Терешенкова, Л.С. Счастливая) и геоботаников (Т.К. Горышина, Ю.Н. Нешатаев), участвовала в комплексных исследованиях в рамках Международной биологической программы ЮНЕСКО, в которую в том числе был включен 10-летний цикл режимных наблюдений в почвах заповедника «Лес на Ворскле». Как почвовед, имеющий весьма обширные знания в области биологии, Ольга Григорьевна интересовалась экологическими проблемами. Интересны ее работы по изучению влияния позвоночных (стадо кабанов, колония цапель) и беспозвоночных (дождевые черви) животных на изменение почвенного покрова и свойств почв заповедника. Она опубликовала учебно-методическое пособие «Почвенные беспозвоночные» (в соавторстве). Последние годы Ольга Григорьевна посвятила исследованию почв и почвенного покрова окрестностей г. Сестрорецка. Под ее руководством, силами студентов кафедры почвоведения и экологии почв, была создана почвенная карта парка «Дубки». Кандидатом биологических наук Ольга Григорьевна стала еще в 1968 г, доцентом кафедры в 1972 г., но докторская диссертация по независимым от нее обстоятельствам, к сожалению, так и не состоялась, хотя в почвенных кругах по научному потенциалу и творческой целеустремленности она давно была признана доктором наук. Ольга Григорьевна была активным и деятельным участником международных, всесоюзных и всероссийских научных съездов и конференций по вопросам почвоведения, экологии, физики, химии и биологии почв. Она являлась постоянным квалифицированным и доброжелательным редактором выпускаемых кафедрой сборников статей и тезисов научных конференций, редактором многих кандидатских и докторских диссертаций, монографий сотрудников кафедры.

Ольга Григорьевна читала фундаментальный курс «Физика почв» (с 1970 г.), курс «Общее почвоведение» для студентов-экологов геологического факультета, а также ряд

разноплановых спецкурсов: Энергетика почвенной влаги, Динамика почвенных процессов, Почвенные растворы, Биогеохимические эндемии, Почвы урбанизированных экосистем, Стационарные почвенные исследования, Почвенные режимы, Гидрофизика почв, Экологическая физика почв. Под руководством Ольги Григорьевны выполнены десятки дипломных работ, выпускных квалификационных работ бакалавров и магистерских диссертаций.

Ольга Григорьевна Растворова является автором известного учебного пособия «Физика почв (практическое руководство)», 1983 г., соавтором и редактором учебно-методического пособия «Химический анализ почв» (1995), а также серии руководств по морфологическому описанию почв, по полевому почвоведению, по гидрофизике почв (1980–2002 г.г.). Она возглавила петербургскую часть авторского коллектива при подготовке совместного с почвоведом МГУ фундаментального издания «Теория и практика химического анализа почв» (2006).

С 1985 г. Ольга Григорьевна жила в г. Сестрорецке. Она всей душой полюбила этот город и, продолжая работать на кафедре, стала активно изучать его историю, природу и почвы. Ольга Григорьевна Растворова – автор книги «Сестрорецкие Дубки от Петра I до наших дней» (2004 г.), многих статей в первом и втором томах «Истории Сестрорецка и его окрестностей» (2006 г., 2007 г.), в первом и третьем выпусках альманаха «Страницы истории Курортного района» (2007 г). Активная краеведческая работа Ольги Григорьевны была высоко оценена – ее избрали почетным гражданином г. Сестрорецка.

После ухода на пенсию у Ольги Григорьевны нашлось время разобрать свой стихотворный архив, который оказался неожиданно большим и разным. Она писала: «Сочинение стихов и рисование – мои самые любимые занятия с детства. Уже почти семь десятилетий я рифмую и рисую, но никогда не относилась к этому серьезно». Часто ее стихи рождались «от потрясения души» в моменты потерь и обретений, когда не можешь не писать. Это циклы: «Свет любви», «Главные стихи», «Последнее лето» (о матери), «Ранняя» (о первых послевузовских годах), «Мои камешки» (о миниатюрах на камне). В 2008 году были опубликованы многие из ее стихотворений, вошедших в сборники «Мой берег» (избранные стихи за полвека), «СПб-Сестрорецк». Почти полувековое пребывание Ольги Григорьевны в коллективе кафедры почвоведения позволило ей создать много, так называемых, «датских» стихов – к дням рождения коллег, защит диссертаций, стихотворных сценариев для кафедральных праздников. Несмотря на прикладной характер этих стихов, опубликованных в сборнике «История кафедры в стихах, песнях, капустниках» (избранные «датские» стихи 1958–2006 гг), литературные достоинства многих из них несомненны, а то, что они отражают историю кафедры, придает им особую ценность.

Так кем же была Ольга Григорьевна Растворова – ученым, поэтом, художником-скульптором? Она была высококвалифицированным университетским преподавателем с очень широким кругозором в области почвоведения и в области биологии, чрезвычайно требовательной к себе, очень скромным человеком готовым помочь другим. Ольга Григорьевна горячо отзывалась на все события в университете и на кафедре (наш «летописец» – звали ее коллеги). Известна она и как художник – автор оригинальных миниатюр на камне, персональные выставки которых состоялись в 1980х–2000х годах в музеях Петербурга, Выборга, в библиотеках Петербурга, Сестрорецка, Зеленогорска и др. (Фото 1).

Все сотрудники кафедры почвоведения и экологии почв активно участвовали в подготовке 2-го Всероссийского съезда общества почвоведов, который проводился в 1996 г. в Санкт-Петербургском университете. Благодаря Ольге Григорьевне было оформлено множество стендов, освещающих историю и развитие почвоведения в Санкт-Петербургском (Ленинградском) университете, опираясь на ее энциклопедические знания и талант редактора, выпущен отдельный номер журнала «Вестник Санкт-Петербургского университета», целиком посвященный проблемам почвоведения. В университетской библиотеке им. А.М.Горького была представлена ее удивительная выставка «Ожившие камни». Все, за

что бы она ни бралась, делалось добротнo, своевременно и потрясающе красиво. А какие вечера она устраивала, читая свои стихи! Все стихи были от сердца, и их хотелось слушать и слушать. Многие из ее стихов мы помним наизусть.

12 января 2010 года Ольги Григорьевны Растворовой не стало.

Мы, ее ученики, коллеги и друзья глубоко потрясены неожиданной для всех нас утратой. Ее светлый образ мы не забудем никогда. Общение с ней никого не оставляло равнодушным и всегда обогащало. А все, кто к ней обращался с вопросом или за помощью, неизменно ощущали на себе тепло ее души и неподдельное внимание.



Миниатюры О.Г. Растворовой на камне.

ПОЧВЫ О СЕБЕ

Перед тем, как встретить Новый год,
Пишут почвы годовой отчет.
Пишут – каждая в своих листах –
Все ли горизонты на местах,
И куда направлена миграция,
И нужна ли им мелиорация,
Как идут процессы накопления –
Хватит ли грядущим поколениям?

Сетуют ПОДЗОЛЫ: мол, у нас
Снова отрицательный баланс!
Мало нам родных своих кислот,
Так теперь нас – уж который год –
Серной кислотой поливают
(Тою, что с дождями выпадает).
Ковда уж когда сказал, что – ох!
В Швециях pH стал ниже трех.
Ну, а биофилы – в дефиците.
Вот и управляйтесь, как хотите.
Копишь, копишь элементы впрок –
Все идет к чертям в грунтовый сток!

Заявляет ТУЧНЫЙ ЧЕРНОЗЕМ:
– Мне-то сток грунтовый нипочем,
Сток меня поверхностный замучил.
Он грунтового ничуть не лучше.
Тоннами меня по мне волочит,
Каждый год моё здоровье точит!
Видите, как мне нехорошо:
Весь уже оврагами пошел.
Каждый год меня все пашут, пашут,
По моим просторам ветры пляшут,
Что получше – всё уносят в небо,
А с меня ведь спросят хлеба, хлеба.
Мне бы, чтобы хлебушку расти,
Надо больше влаги запасти...

Тут раздался чей-то желчный скрип:
Хватит жаловаться! Ну и тип!
И подтипы все у вас такие:
Богачи да кулаки скупые!
Ведь у вас добра не впрок.
Вам бы мой биокруговорот!
Это СОЛОДЬ, завистью кипя,
Говорила, коркою скрипя.
В жизни ей труднее всех пришлось:
То промоют бедную насквозь
Пресные подкисленные воды,
Что весной затопляют поды,
То полезут летнею порой
Воды кверху, следом за собой
Натрий отвратительный таща.
Оттого-то солодь так тоща
И бледна, измучена, промыта
И картечинами вся набита.
Ей, бедняге, как тут ни крути,
Вообще баланса не свести.

Орошаемая ПОЧВА ЛУГОВАЯ
Говорит, страдая и рыдая:
– К моему стыду и сожаленью,
Я вторичному подверглась засолению!
Это же для почвы – оскорбление!
На моем подоле даже сода!
Говорят, теперь на соли мода,
Только я быть модной не хочу,
А хочу скорей попасть к врачу!
Эти отложения солей
Нужно ликвидировать скорей!

– Соли? У меня и сроду так, –
Говорит ПРИМОРСКИЙ СОЛОНЧАК.
На соленой я лежу воде –
Вот и соли у меня везде.
Мне приятно их передвижение –
Легкое пощипывание, жжение.
Их кристаллы мне, как украшение.
А на что мне ваше орошение?
Ненавистен мне ваш урожай!
Все наперебой кричат: – рожай!
Хлеба дай, травы давай и сена!
Не желаю я быть почвой ценной!
Ни травинки вам не дам зеленой
И останусь я навек соленый!
Он кричит, трясется и хохочет.
Смотрят на него другие почвы
Горестно: рехнулся солончак:
Знать, наелся соли натошак.

ПОЧВА говорит СУХОСТЕПНАЯ:

– Если б влага у меня была,
Я бы всё растениям отдала,
Я для них была бы мать родная.
Но воды-то у меня и нет.
Хоть красив каштановый мой цвет,
И тепла, и калия навалом,
Толку от меня довольно мало! –
И без слез, сухая, зарыдала...

Так писали почвы про себя,
Мучаясь, стелая и скорбя.
После прочитали, прослезились
И к студентам нашим обратились:
– Братцы! Почвоведы! Выручайте!
Поскорее университет кончайте!
Мы вас ждем – огромная страна.
Почвам помощь скорая нужна!
Ваш энтузиазм молодой
Нас избавит от судьбы худой!

О.Г. Растворова, 1983 г.

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ИЛИСТОЙ ФРАКЦИИ ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ НА МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОДАХ ГОРНОГО МАССИВА ИРЕМЕЛЬ, ЮЖНЫЙ УРАЛ

Р.М. Халитов

Санкт-Петербургский государственный университет, aves1103@rambler.ru

Каждый тип почв формируется под действием уникального набора факторов почвообразования. Это отражается на химическом и минералогическом составе почвенных горизонтов. Особенно важным является вопрос происхождения почвенных минералов. В работе проведено описание минералогического и химического состава подзолистой почвы расположенной в Южно-Уральской горной провинции.

ВВЕДЕНИЕ

Минералогический состав почв формируется в результате следующих основных условий: минералогический и химический состав исходной почвообразующей породы, возраст выветривания и почвообразования, биоклиматическая обстановка почвообразования. Вариабельность сочетаний условий дает соответствующее разнообразие минеральных ассоциаций в почвах, которые дифференцируются в почвенном профиле под действием элементарных почвообразующих процессов, формируя почвенные горизонты (Почвоведение, 1988).

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: исследовать минералогический состав тонкодисперсной фракции почвенных горизонтов торфянисто-подзолистой почвы на горном массиве Ирмель.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На территории горного массива Ирмель в 2010 году создан Природный парк «Ирмель». Природный парк находится в ведении Республики Башкортостан и располагается на землях Белорецкого и Учалинского районов Республики Башкортостан. Общая площадь земель составляет 49338 га. Вершина горы Большой Ирмель, имеющая высоту 1582 м, является второй по высоте на Южном Урале. Климат на территории Природного парка континентальный. На восточных подветренных склонах осадков выпадает до 400–450 мм в год. На западных наветренных склонах осадков выпадает 700–1100 мм в год. Горный массив сложен кварцевыми песчаниками, кварцито-песчаниками и подчиненными им глинисто-филлитовыми темно-серыми и черными сланцами. Растительный покров характеризуется проявлением закономерностей высотной поясности континентального типа умеренных широт в средневысотной горной стране (Цветаев, 1960).

Идентификация почвенного разреза проведена в соответствии с Классификацией и диагностикой почв РФ 2004 г и Полевым определителем почв России 2008 г. была описана торфянисто-подзолистая почва.

Почвенный разрез подзолистой почвы был заложен на северо-западном склоне отрога Жеребчик горного массива Ирмель, в горном поясе елово-пихтовых лесов. Формула почвенного профиля (см): О (0–5) – ЕL (5–10) – ВЕL (10–41) – ВТ1 (41–58) – ВТ2 (58–80).

Минералогический состав изучен в илистой фракции почв, выделенной методом седиментации (Соколова и др., 2005). В качестве коагулятора для осаждения почвенных частиц использовался концентрированный раствор серной кислоты. Рентген-дифрактометрический анализ ориентированных препаратов выполнен на автоматическом порошковом рентген-дифрактометре Rigaku «MiniFlex II». Минералогический состав диагностировали с помощью пакета программ PDXL. Был проведен энергодисперсионный

рентгенофлуоресцентный анализ почвенных горизонтов на портативном анализаторе Omega (Innov X systems). Минералогический состав почвообразующей породы был исследован поляризационным микроскопом и электронным микроскопом с детектором.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Нами были исследованы основные химические показатели подзолистой почвы, приведенные в табл. 1.

Таблица 1. Таблица химических показателей подзолистой почвы

Горизонт (мощность в см)	Сорг, %	pH солевой суспензии
O (0–5)	50*	3.2
EL (5–10)	16*	3.6
BEL (10–41)	0.97	3.7
BT1 (41–58)	1.35	4.0
BT2 (58–80)	0.83	4.1

* – потеря при прокаливании.

Подстильно-торфяной горизонт имеет сильно кислую реакцию, величина потери при прокаливании – 50 %. Данный тип почвы характерен для автоморфных почв таежной ландшафтов.

Почвообразующая порода представлена сланцами мусковит-хлорит-кварцевого состава. Масса породы представлена пластинчатыми агрегатами с ясно выраженной спайностью. Минеральный состав: кварц 50–55 об. %; слюды 25–30 об. %; хлорит – 15–20 об. %; акцессорные минералы (моноцит, ксенотим, рутил) – 3 об. %.

По результатам микроскопических исследований (рис. 1) с анализатором составлены формулы минералов:

Мусковит $(K_{0.67}Na_{0.16})_{0.83}(Al_{1.91}Mg_{0.07})_{1.98}(Si_{3.32}Al_{0.68})_{4.00}O_{10}(OH)_2$

Шамозит $(Al_{3.97}Fe^{2+}_{1.72}Mg_{0.31})_6(Si_{3.05}Al_{0.95})_{4.00}(OH)_8$

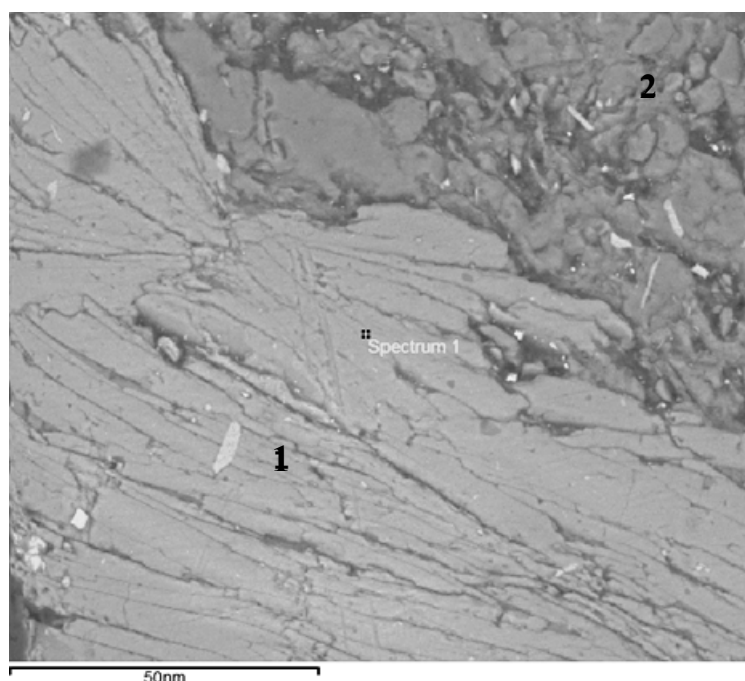


Рисунок 1. Агрегаты шамозита (1) и мусковита (2).

Кварц составляет основную массу породы и представлен в форме выраженных неровных зерен. Средний размер зерен 0.07 мм. Слюды представлены бесцветными и темно-коричневыми пластинчатыми выделениями в поляризованном свете, характеризуются высокими желто-синими цветами интерференции. Размер выделений составляет 0.1–0.07 мм.

Хлорит характеризуется звездчатыми выделениями призматического строения, имеет зеленоватую окраску, Размеры звездчатых выделений достигают 2 мм. Гетит образует тонкодисперсные выделения светло-коричневого цвета, которые локализуются в микропорах хлорита и слюды. Включения акцессорных минералов обнаружены в хлорите.

Горизонт BT2 подзолистой почвы сформирован на элювии почвообразующей породы. По результатам рентгенофазового анализа диагностировали следующие минералы: кварц, хлорит, слюда и каолинит. По относительной интенсивности пиков четко заметна тенденция уменьшения количества мусковита и хлорита по сравнению с содержанием этих минералов в почвообразующей породе. Предположительно, что каолинит формируется за счет изменения слюды и хлорита.

Вышерасположенный горизонт BT1 содержит следующие минералы: кварц, хлорит, слюда, каолинит и минерал группы смектита. Скорее всего, образование минерала группы смектита связано с преобразованием каолинита.

В горизонт BEL диагностировали минералы группы каолинита, слюд, гидроксидов алюминия и кварц. Диагностика затруднена в связи с высоким содержанием кварца.

В горизонте EL обнаружены минералы группы слюд, хлорита, каолинита и кварц. Высокое содержание кварца вносило погрешность в идентификации минералов.

По результатам рентгенофазового анализа составлена общая рентгенограмма почвенных горизонтов:

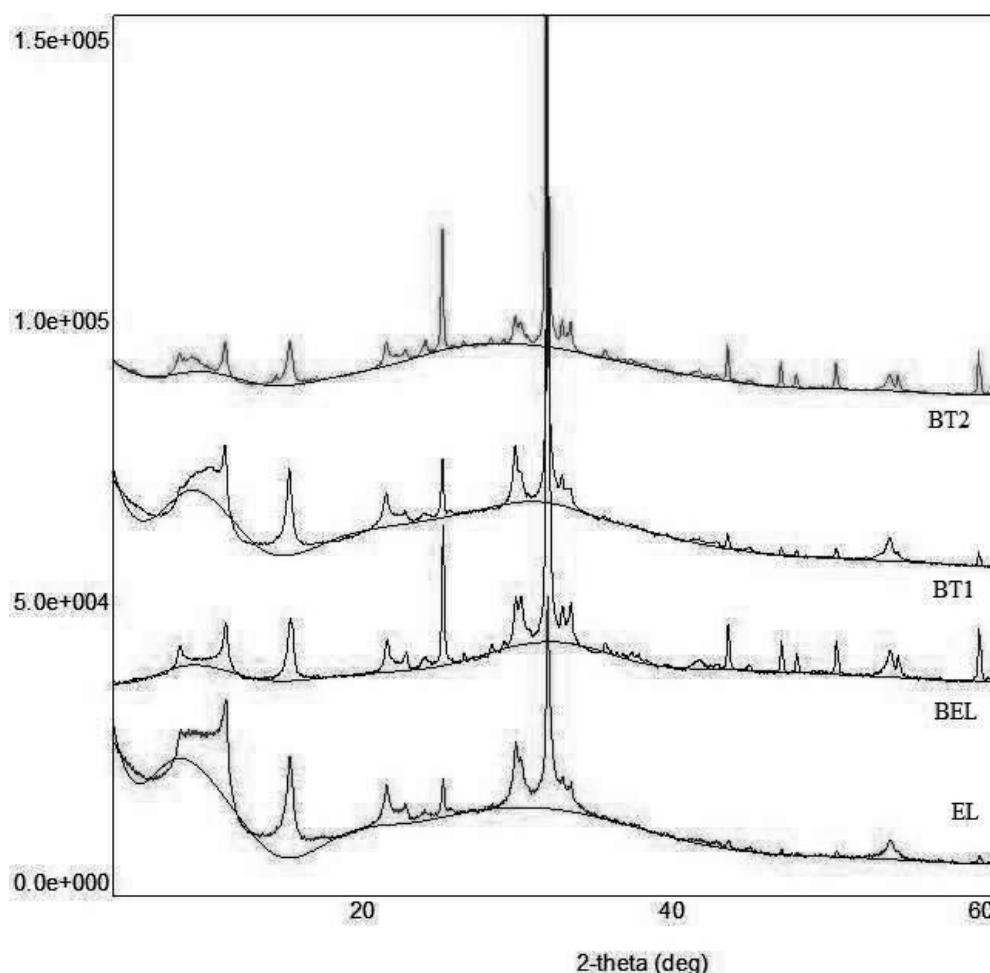


Рисунок 2. Рентгенограмма илистой фракции почвенных горизонтов.

В результате была выявлена общая закономерность уменьшения содержания слюды и хлорита в последовательности от нижних (BT2) к верхним горизонтам (EL). Образование минералов группы каолинита связано с изменениями слюд и хлоритов.

Результаты химического состава почвенных горизонтов по результатам рентгенофлуоресцентного анализа представлены в табл. 2.

Таблица 2. Таблицы содержания химических элементов в почвенных горизонтах, ppm.

Элемент	Горизонт			
	EL	BEL	BT1	BT2
K	11651 (183)	14067 (215)	16815 (253)	18715 (279)
Ca	3498 (78)	2365 (71)	3546 (88)	4851 (105)
Ti	4477 (57)	5301 (67)	5653 (74)	5344 (73)
Cr	107 (6)	133 (6)	142 (7)	153 (8)
Mn	288 (7)	357 (9)	630 (12)	689 (13)
Fe	20675 (125)	25601 (170)	33944 (203)	40671 (240)
V	72 (5)	86 (5)	91 (6)	105 (6)
Co	13 (1)	11 (2)	18 (2)	23 (2)
Ni	нет данных	39 (14)	39 (14)	82 (15)
Cu	15 (3)	7 (4)	18 (4)	17 (4)
Zn	47 (2)	50 (3)	61 (3)	72 (3)
Rb	70 (1)	76 (2)	89 (2)	96 (2)
Zr	412 (5)	406 (5)	354 (4)	313 (4)
Ba	353 (14)	381 (14)	435 (14)	464 (14)
Ce	37 (23)	95 (23)	39 (23)	44 (23)

Примечание. В скобках указаны ошибка определения содержания.

По результатам анализа выявляется общая закономерность относительного уменьшения содержания элементов вверх по почвенному профилю.

ВЫВОДЫ

Итак, почвенные горизонты подзолистой почвы в известной степени унаследовали минералогический состав почвообразующей породы. По результатам рентгенфлуоресцентного анализа выявлено, что относительное содержание химических элементов уменьшается вверх по профилю. Данные рентгенофазового и рентгенфлуоресцентного анализа коррелируют между собой. Например, уменьшение количества слюды сопрягается уменьшением содержания калия. В почвенных горизонтах, под действием почвообразовательных процессов возникают новые минеральные фазы: минералы группы каолинита и смешаннослойные минералы. В результате изменения слюд и хлорита образуется каолинит. А в результате преобразования каолинита формируется смешаннослойные минералы.

Таким образом, нами была охарактеризована подзолистая почва Южно-Уральской горной провинции, которая расположена в елово-пихтовом поясе горного массива Ирмель.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Классификация и диагностика почв России*. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 343 с.
2. *Полевой определитель почв*. – М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. – 182 с.
3. *Почвоведение*. Учеб. для ун-тов. В 2 ч./Под П65 ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова. Ч. 1. Почва и почвообразование/Г. Д. Белицина, В. Д. Васильевская, Л. А. Гришина и др. — М.: Высш. шк., 1988. — 400 с: ил.
4. *Соколова Т.А., Дронова Т.Я., Толпеишта И.И.* Глинистые минералы в почвах: Учебное пособие.— Тула: Гриф и К, 2005.— 336 с, ил.
5. *Цветаев А.А.* Горы Ирмель (Южный Урал). Физико-географический очерк. Уфа, 1960.

Работа рекомендована д.б.н., ст. преп. кафедры прикладной экологии СПбГУ Е.В. Абакумовым.

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕТЕРОГЕННОСТЬ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ГОРИЗОНТОВ ПОЧВ БУГРА БЭРА И СОПРЯЖЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

А.В. Юдина

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, факультет
почвоведения, кафедра физики и мелиорации почв.

Методом лазерной дифракции определен гранулометрический состав засоленных почв бугра Бэра. Рассматривается возможность применения вероятностной интерпретации результатов гранулометрического состава почв (по П.Н. Березину) как дополнительной информации для оценки генезиса сложносочиненного ландшафта.

ВВЕДЕНИЕ

Бэровские бугры, названные так в честь академика К. Бэра, который впервые описал их в своей экспедиции (1853–1856 гг.), являются частью неповторимого ландшафта Прикаспийской низменности. Они представляют собой «линейно ориентированные гряды (возвышенности), кулисообразно расположенные относительно друг друга, разделенные протяженными соразмерными депрессиями, либо плоскими понижениями» (Свиточ, Ключиткина, 2006); для них характерна субширотная ориентировка, но они встречаются и по отдельности.

Морфология бугров наиболее полно рассмотрена в работах Плюснина (1938), Большева (1972), Свиточ и Ключиткиной (2006). По гранулометрическому составу они пылеватые, сортированные, с господством (50–95 %) фракции 0.25–0.1 см. Глинистые частицы представлены продуктами разрушения хвалыньских шоколадных глин. Почвы бугров обычно представлены бурыми полупустынными почвами, но также могут формироваться солонцы (Панкова, Новикова, 2006). Бугровые отложения сильно засолены хлористыми, сульфатными и карбонатными солями (Свиточ, Ключиткина, 2006).

Исследование бугров Бэра не прекращается уже на протяжении 150 лет, но несмотря на довольно большое количество накопившегося материала, единой теории их происхождения нет. Существуют две основные гипотезы. К. Бэр (1856) считал, что они образовались в результате катастрофически быстрого падения уровня Каспия, т.е. под влиянием эрозионной деятельности моря. Аналогичной точки зрения придерживались также И.В. Мушкетов, М.Ф. Розен, С.С. Неустороев, А.Г. Доскач и др. с теми или иными уточнениями, но признавая действующим фактором текущие воды: будь это водно-эрозионное образование в результате размыва первичной морской поверхности, или водно-аккумулятивное – в результате накопления в водной обстановке. Б.А. Федорович, Л.С. Берг и Г.А. Иванова генезис бугров связывали с золовыми процессами (цит. по Харченко и др., 2009).

Гранулометрический состав – одна из фундаментальных характеристик, определяемая при любом комплексном исследовании почв. Она дает не только информацию о классификационной принадлежности почвы, но также позволяет говорить о генезисе почвообразующей породы и сформировавшейся на ней почвы, количественно оценить процессы гипергенеза и трансформации твердой фазы, определить их направление.

Хотя гранулометрический состав и признается необходимой характеристикой, с оценки которой, пожалуй, всегда начинается изучение любого объекта, чаще всего мы ограничиваемся отнесением почвы к той или иной градации по классификации и, возможно, использованием нескольких коэффициентов (к. дисперсности, к. однообразия, градиционный к.). Но возможно расширение информационных возможностей грануло-

метрического метода изучения почв и почвообразующих пород с помощью вероятностной интерпретации распределения частиц по размерам и введением дополнительных параметров, что было показано П.Н. Березиным (1995).

В последние годы при определении размеров различных частиц широко применяется метод лазерной дифракции (Wedd, 2003). Почвоведение не является исключением – опубликовано большое число работ, посвященных методологическим проблемам, и конкретно специфике определения гранулометрического состава почв с помощью данного метода. Большое внимание уделяется вопросам пробоподготовки, например, следует ли удалять органическое вещество, карбонаты, легкорастворимые соли из исследуемой пробы перед анализом (Beuselinck, 1998; Шеин, 2006 и др.).

Название метода говорит само за себя – в приборах реализован принцип лазерной дифракции: лазерный луч, падающий на частицы, отклоняется на некоторый угол, пропорциональный их диаметру. В фокальной плоскости линзы установлен детектор, который регистрирует рассеянный таким образом свет. Каждой частице соответствует свой, определенный, угол рассеивания: чем больше угол, тем меньше размер частиц, и наоборот. В этом состоит принцип обратного преобразования Фурье, с помощью которого проводится расшифровка получаемой на выходе дифракционной картины, и в итоге мы можем рассчитать процентное содержание частиц – определить гранулометрический состав.

Частицы 0.05–2.00 мм обычно определяются просеиванием, а меньшего размера – классическим методом седиментации (Allen, 1990). Метод седиментации является длительным, требует относительно больших образцов (10–20 г) и дает недостоверные результаты по содержанию частиц меньше 1 мкм из-за эффекта Броуновского движения или их коагуляции в случае анализа засоленных почв. Метод лазерной дифракции, напротив, характеризует экспрессность, наглядность и информативность получаемых данных (непрерывное распределение частиц по размерам), малая величина используемой навески почвы (в среднем до 200 мг).

Несмотря на все возрастающее распространение метода лазерной дифракции и в зарубежной, и в отечественной практике, остаются методологические вопросы, требующие тщательного изучения. Таковым является вопрос о применении метода лазерной дифракции при измерении гранулометрического состава почв, содержащих легкорастворимые соли.

Целью данной работы являлась попытка приблизиться к пониманию генезиса бугров Бэра благодаря оценке гранулометрического состава с помощью метода лазерной дифракции и дальнейшей вероятностной интерпретации полученных данных.

Согласно цели исследования были выдвинуты следующие задачи: 1) оценить влияние способов пробоподготовки на результаты анализов, полученных с помощью лазерной дифрактометрии при изучении засоленных почв; 2) определить гранулометрический состав почв бугра Бэра и сопряженного ландшафта; 3) оценить гранулометрический состав с помощью вероятностных характеристик (по П.Н. Березину).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования был бугор Бэра, расположенный единично в центральной части дельты Волги, в полутора километрах на юге от села Иванчуг, по левому берегу от протоки Гандурино. Места для заложения разрезов (Рис.1) были выбраны по элементам рельефа и в соответствии с изменением характера растительного покрова, являющегося в данной природной обстановке хорошим индикатором на смену условий почвообразования. Почвенный покров бугра представлен бурыми полупустынными почвами (разрезы 1, 2, 3), являющимися зональными, далее вниз по катене развиваются луговые почвы. Содержание карбонатов в почвах могло составлять до 6.7 % (разрез 3.), легкорастворимых солей – в среднем до 1.5 % (устное сообщение М.В. Величенко).

Гранулометрический состав определялся методом лазерной дифракции на анализаторе размеров частиц Analysette-22 Comfort (FRITSCH, Германия). Для оценки влияния

легкорастворимых солей на полученные результаты были проведены различные способы удаления солей при пробоподготовке на примере разреза 3 (гор. А, B_{sa} , $B_{sa,g}$): 1) растворение в воде и декантация супернатанта; 2) диализ; 3) обработка 10 %-ой HCl . Окончательное диспергирование до элементарных почвенных частиц для всех вариантов образцов достигалось ультразвуковой обработкой на Digital Sonifir 250 (Branson Ultrasonics, США) в течение 5 минут при 40 % мощности. В качестве контроля оценивался гранулометрический состав образцов, подвергнутых только диспергации ультразвуком. Также, как отдельный способ пробоподготовки было проведено предварительное аналитическое фракционирование образца на фракции >50 и <50 мкм и определение гранулометрического состава в них.

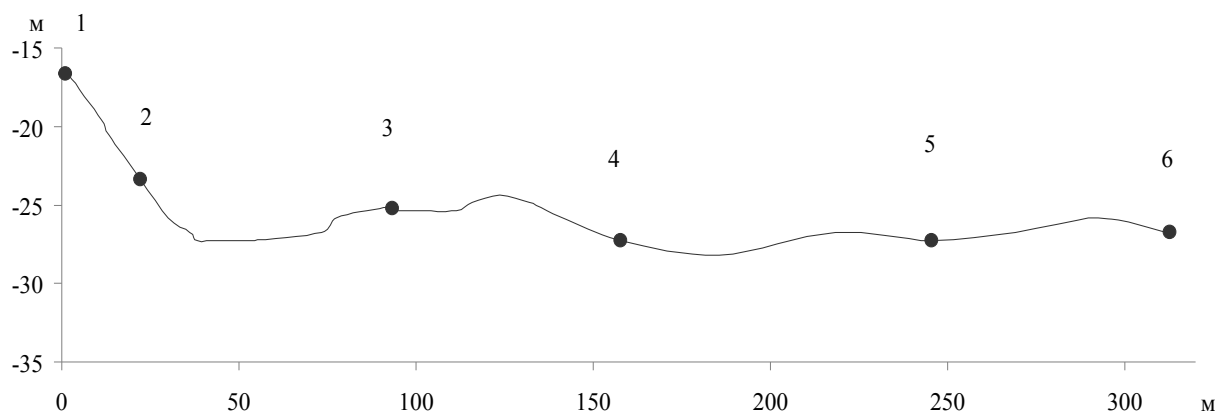


Рисунок 1. Катена: разрез 1 – вершина бугра Бэра, разрез 2 – средняя часть склона бугра северной экспозиции, разрез 3 – северный шлейф бугра Бэра, разрез 4 – луг среднего уровня, 5 – косимый луг среднего уровня, разрез 6 – луг низкого уровня.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ полученных результатов показал, что при определении гранулометрического состава горизонтов B_{sa} , $B_{sa,g}$ методом лазерной дифракции присутствие легкорастворимых солей не оказывает влияния на результаты: при различных способах пробоподготовки не происходит увеличения содержания илистой фракции (Табл.1) по сравнению с контролем (обработка только УЗ). Это обусловлено широким отношением массы навески (100–150 мг) почвы к растворяющему объему (400 мл) в тестируемой суспензии, что исключает коагулирующее действие солей.

Таблица 1. Влияние различных способов пробоподготовки на результаты гранулометрического состава (Разрез 3, гор. $B_{sa,g}$).

Способ обработки	Содержание фракций (%) диаметром (мкм)								По классификации Н.А. Качинского
	>250	250–50	50–10	10–5	5–1	<1	<10	>10	
$<50+>50$ мкм	1.3	53.4	4.6	9.2	23.0	8.5	40.7	59.3	глина легкая
декантация	2.9	64.4	8.4	5.7	13.8	4.8	24.3	75.7	суглинок легкий
УЗ	2.7	65.6	8.6	5.6	13.0	4.5	23.1	76.9	суглинок легкий
10 % HCl	1.9	67.3	8.7	5.5	12.4	4.1	22.1	78.0	суглинок легкий
диализ	1.9	72.1	7.9	4.4	10.1	3.6	18.1	81.9	супесь

При большом содержания фракции >50 мкм происходит занижение содержания фракций <50 мкм в среднем на 15 % (рис. 2, табл. 1).

Для гумусово-аккумулятивного горизонта, в зависимости от способа пробоподготовки, гранулометрический состав изменяется от тяжелой глины до тяжелого суглинка. В метаморфических горизонтах профиля градации гранулометрического состава варьировали от среднего до легкого суглинка (горизонт B_{sa}) и от легкой глины до супеси (горизонт $B_{sa,g}$).

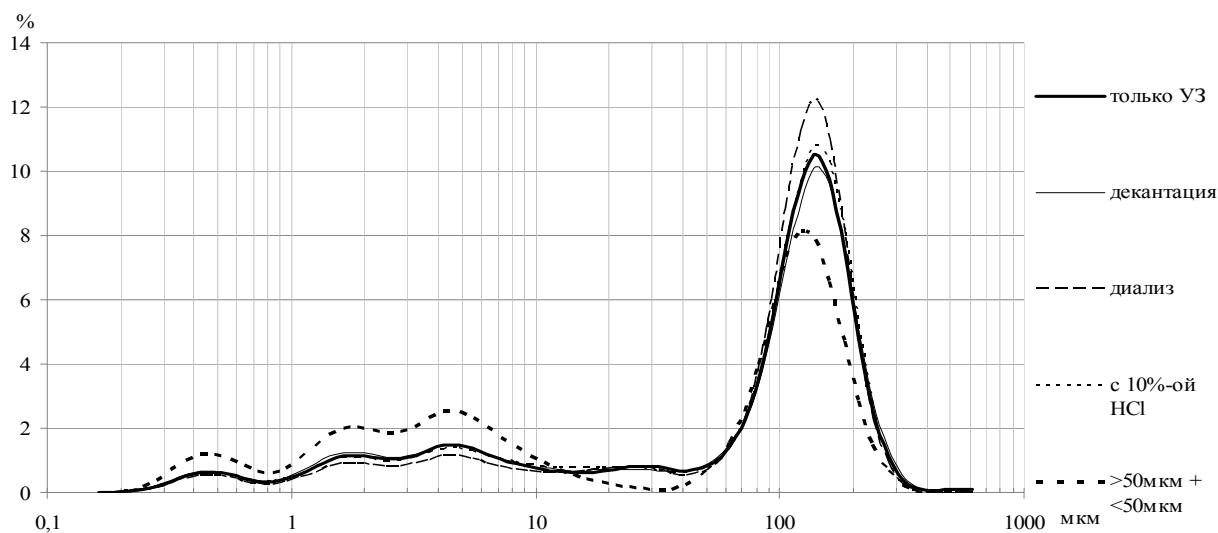


Рисунок 2. Дифференциальные кривые гранулометрического состава. Разрез 3, B_{sa,g}.

Таблица 2. Показатели гранулометрического состава почв по П.Н. Березину: Ф5 – содержание (%) глинных компонентов, k – дисперсность глинных компонентов, α – средний диаметр (мкм) песчаных компонентов, n – отсортированность песчаных компонентов.

Разрез №	Горизонт	Глубина, см	Глинные компоненты (<10 мкм)		Песчаные компоненты (>10 мкм)		Название почвы по гранулометрическому составу
			Ф5, %	k	α, мкм	n	
1	B1	0–28	31.27	0.83	87.9	4.2	суглинок средний, грубозернистый, сильноотсортированный
	B _{sa,ca}	28–80	57.50	0.87	10.9	1.3	суглинок тяжелый, незернистый, неотсортированный
	BC _{cs,sa}	80–130	61.17	0.83	9.7	1.3	глина легкая, незернистая, неотсортированная
2	B _{ca}	3–22	43.97	0.85	28.6	<1	суглинок тяжелый, тонкозернистый, неотсортированный
	B _{sa,ca}	22–58	50.56	0.82	22.2	<1	
	BC _g	58–150	57.79	0.82	17.0	<1	суглинок тяжелый, незернистый, неотсортированный
3	A	0–16	53.46	0.94	13.0	1.4	супесь грубозернистая, сильноотсортированная
	B _{sa}	16–40	17.95	0.87	114.0	4.7	супесь грубозернистая, сильноотсортированная
	B _{sa,g}	40–100	17.46	0.85	116.3	5	
4	A	0–20	32.2	1.08	49.0	<1	суглинок средний, среднезернистый, неотсортированный
	C _{sa}	20–37	8.12	0.87	129.8	>4	песок грубозернистый, сильноотсортированный
	C	37–74	6.36	0.73	122.8	>4	
	C _g	74–125	6.94	0.79	131.4	>4	
5	A _{sa}	0–23	32.33	0.99	58.6	1.6	суглинок средний, грубозернистый, неотсортированный
	AC _{sa,g}	23–42	8.69	0.92	151.6	4.7	песок грубозернистый, сильноотсортированный
	C1	42–62	7.74	0.76	128.3	>4	
	C2	62–90	27.58	0.86	111.7	>4	суглинок легкий, грубозернистый, сильноотсортированный
	G	90–107	50.41	0.85	17.1	1.6	суглинок тяжелый, незернистый, неотсортированный
6	A	0–22	34.49	1.13	23.6	1.5	суглинок средний, тонкозернистый, неотсортированный
	AC _{f,g}	22–41	14.37	0.88	99.6	>4	супесь грубозернистая, сильноотсортированная
	G	41–100	23.28	0.91	37.9	1	суглинок легкий, среднезернистый, неотсортированный

Предварительная обработка соляной кислотой образцов почв, в которых содержание физической глины составляет больше 50 %, приводит к заниженным результатам по содержанию фракции 250–50 мкм.

Все выделенные горизонты по показателю k были классифицированы как грубодисперсные. Т.е. глинные компоненты прошли длительный путь трансформации, велика доля участия в них минералов крупных фракций.

Повышенная зернистость и малая отсортированность совпадают, как правило, с полиминеральным составом песчаных компонентов при значительной доле минералов малой устойчивости; уменьшение зернистости и усиление отсортированности – с более прочными минералами и преобладанием кварца (Березин, 1995). Таким образом, внутри всех разрезов выделяются разные по минералогическому составу слои, кроме разреза 2, располагающегося на склоне бугра.

Данные гранулометрического состава почв катены показывают, что для каждого профиля характерна своя, индивидуальная дифференциация ЭПЧ по горизонтам почвы. В одном случае может происходить утяжеление, а в другом облегчение гранулометрического состава с глубиной. Минеральная масса может быть представлена песком, супесью, глиной. Отсутствие какой-либо закономерности в гранулометрическом составе почв катены объясняют гранулометрические коэффициенты (табл.2), свидетельствующие, что в пределах каждого из профилей катены выделяется по крайней мере два литологически независимых слоя.

ВЫВОДЫ

1. Большой растворяющий объем (400 мл) и малая величина навески (100–150 мг) позволяет применять для определения гранулометрического состава засоленных почв метод лазерной дифракции, не используя дополнительные приемы пробоподготовки к анализу.

2. Определение гранулометрического состава данных почв включает аналитическое выделение фракций >50 и <50 мкм методом мокрого просеивания, анализ распределения в их составе частиц по размерам, пересчет 100 % содержания фракций ЭПЧ на их фактическое содержание.

3. На базе вероятностной интерпретации результатов гранулометрического состава установлена исходная литологическая неоднородность слоев в профилях почв катены, выделяемых при полевых исследованиях как генетические горизонты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бэр К.М. Ученые записки о Каспийском море и его окрестностях // Записки Императорского Русского географического об-ва. Кн.ХІ. – СПб. 1856.
2. Березин П.Н. Структура и гидрофизика набухающих почв как систем с переменным поровым пространством: Дис. д.б.н./МГУ им.М.В. Ломоносова. Фак. почвоведения М., 1995.
3. Большев Н.Н. Происхождение и свойства почв полупустыни. – М.: Изд-во МГУ, 1972. – 196 с.
4. Засоленные почвы России // Отв. ред. Л.Е. Шишов, Е.И. Панкова. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 854 с.
5. Плюснин И.И. Почвы Волго-Ахтубинской поймы// Под общ. ред. В.Р. Вильямса. – Сталинград: Областное книгоиздательство, 1938. – 274 с.
6. Свиточ А.А., Ключиткина Т.С. Бэровские бугры – загадка Северного Прикаспия.// Природа. – 2004, №2. – С.32–38.
7. Свиточ А.А., Ключиткина Т.С. Бэровские бугры Нижнего Поволжья – М.: Изд-во МГУ, 2006. – 159 с.
8. Харченко В.М., Перлик В.А., Кузнецова А.А. К вопросу о происхождении бугров Бэра. // Геология, география и глобальная энергия. – 2009. – №4. – С. 66–71

9. *Шеин Е.В., Милановский Е.Ю., Молов А.З.* Гранулометрический состав: роль органического вещества в различиях данных седиментометрического и лазерно-дифракционного методов.// Доклады по экологическому почвоведению. – 2006, №1, вып. 1.
10. *Allen T.* Particle Size Measurement. – London: Chapman Hall, 1990. – 806 pp.
11. *Beuselinck, L., Govers, G., Poesen, J., Degraer, G., Froyen, L.* Grainsize analysis by laser diffractometry: comparison with the sieve-pipette method.// Catena. –1998, Volume: 32. – Issue: 3–4. – p. 193–208.
12. *Wedd M.W.* 2003. Determination of Particle Size Distributions Using Laser Diffraction// Educational Resources for Particle Technology. – URL: <http://www.erpt.org/032Q/wedd-00.htm>.

Работа рекомендована д.б.н., в.н.с. Е.Ю. Милановским.

Материалы
Международной научной конференции
XVII Докучаевские молодежные чтения
**«Новые вехи в развитии почвоведения:
современные технологии
как средства познания»**

3–6 марта 2014 г.
Санкт-Петербург

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОБНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ ПОЧВЫ

О.А. Андреева

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Оценена принципиальная возможность создания микробных удобрений с заданными свойствами при помощи изменения структурных и функциональных характеристик почвенного микробного сообщества факторами инициации сукцессии. В лабораторных и полевых испытаниях показана эффективность применения данных препаратов для увеличения урожайности злаков. Описаны некоторые преимущества и недостатки данного подхода.

ВВЕДЕНИЕ

Важной частью органического земледелия является применение микробных препаратов. Вместе с тем, сама идея о применении микроорганизмов в качестве удобрения имеет свою богатую, продолжительную (более века) и поучительную историю с многочисленными попытками интродукции различных микробных популяций для повышения плодородия почв и урожайности культур. Классическими и относительно успешными примерами микробных удобрений, бесспорно, являются препараты азотфиксаторов (особенно симбиотических) и везикулярно-арбускулярной микоризы.

Однако и для указанных объектов с очевидной функциональной значимостью далеко не всегда удавалось получить ожидаемый эффект. Более того, очень быстро это направление переходит в разряд бесперспективных на фоне интенсивного сельскохозяйственного производства, которое обеспечило резкое повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Спустя несколько десятилетий в полной мере выявляются отрицательные последствия интенсивного подхода, урожаи сокращаются, окружающая среда загрязнена и разрушена, а энергозатраты представляются обременительными. Одновременно осознается в той или иной степени ключевая роль микробного сообщества в устойчивости экосистем и биосферы в целом.

Снова появляется интерес к микробным удобрениям, причем в настоящее время предпринимаются попытки создания многоцелевых микробных препаратов (для снабжения растений азотом, фосфором, подавления фитопатогенов, продукции метаболитов-активаторов) на основе комплекса специально отобранных чистых культур с соответствующим повышением биоразнообразия. Примером служит популярный коммерческий препарат, который был создан Теруо Хига в Японии в 1989 г. и, благодаря рекламе, получил в настоящее время широкое распространение в разных странах, включая Россию. Успех рыночного продвижения препарата определяется обещаниями, что потребитель получает так называемую технологию эффективных микроорганизмов. В составе препарата – популяции родопсевдомонаса, молочнокислых бактерий, дрожжей, актиномицетов, а перспективы связаны с обещаниями дальнейшего повышения биоразнообразия. В научном плане такой биотехнологический «подход» с последовательным механическим повышением биоразнообразия вызывает много вопросов. К тому же, как давно показано С.Н. Виноградским [1] культивировать *in vitro* удастся лишь несколько процентов (5–10 %) микроорганизмов, причем вопрос об их функциональной роли *in situ* остается открытым.

Современные генетические методы только подтверждают, что основная часть популяций природных микробных систем остается вне поля зрения специалистов. Соответственно остается мало изученным и не используется в полной мере функциональный потенциал природных сообществ микроорганизмов. Помимо традиционных подходов для решения указанных проблем интерес представляет и альтернативный подход с использованием функционального потенциала природного микробного сообщества без выделения, отбора, произвольного комбинирования и выращивания объектов на питательных средах [2, 3].

При правильности исходных допущений можно обеспечить очень высокий уровень биоразнообразия и конкурентоспособности с одновременной оптимизацией заданных целевых функций в определенном временном интервале. В связи с этим перспективным может оказаться целенаправленное изменение естественного микробного сообщества воздействием различных факторов с обеспечением максимальных положительных эффектов для роста и развития растений.

Целью данной работы была оценка эффективности применения микробных препаратов на основе естественных микробных сообществ в лабораторных и полевых условиях.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Использованы два микробных комплекса чернозема типичного, полученные в результате модельных сукцессий, инициированных внесением легкодоступных источников питания (глюкоза и нитрат натрия). Оптимальные вносимые количества углерода и азота определяли в ходе предварительного эксперимента. Математическое планирование эксперимента и определение оптимизационных параметров проводили в пакете статистических программ STATGRAPHICS. Алгоритмически программа работает следующим образом: заданное количество факторов (2) и заданное максимальное количество опытов (11) определяют размер групп в системе смешивания. Далее, перебором выбирается такая система смешивания, а значит и дробная реплика, чтобы все главные эффекты и взаимодействия низкого порядка (в данном случае – двойные) оценивались отдельно, т.е. входили в разные группы одинаково оцениваемых параметров.

Микробная сукцессия длилась в течение 10 суток. В препарате № 1 были созданы условия для максимального развития мицелия актиномицетов (определяли методом люминесцентной микроскопии почвенной суспензии). В качестве основного приема предварительной обработки образцов для микробиологического анализа использовали ультразвуковое диспергирование на низкочастотном диспергаторе типа УЗДН – А (22 кГц, 0.44 А, 2 мин). Выбор актиномицетов в качестве целевой функции оптимизации был обусловлен их потенциальной фунгицидной и фунгистатической активностью. В качестве функции оптимизации для получения препарата № 2 был выбран показатель максимального положительного воздействия на рост coleoptилей и корней пшеницы, определенный в ходе лабораторного эксперимента.

Эффективность микробных препаратов оценивали в лабораторных и полевых условиях. В качестве тест-объектов для фитотестирования выбрали два растения разных классов в соответствии со стандартом ISO 11269-2 [4]. Использовали семена пшеницы (р. *Triticum*) из хозяйства Федоровского района Саратовской области (торговое объединение «Продукты здорового питания») и семена кресс-салата (*Lepidium sativum*) фирмы «Белая дача». В чашки Петри на фильтровальную бумагу помещали 20 семян пшеницы и 8 мл почвенной суспензии исследуемого микробного сообщества различных концентраций. Тестирование с кресс-салатом проводили в специальных планшетах: на фильтровальную бумагу помещали 15 семян и 8 мл исследуемой суспензии. Для получения суспензии 4 гр. исследуемой модельной почвы заливали 40 мл воды и встряхивали на вортексе в течение 5 мин. Растения инкубировали в термостате при температуре 28°C в течение 3 суток. Для оценки действия микробных препаратов использовали следующие показатели: длина побега, длина корня, энергия прорастания, а также индекс роста I с расчетом по формуле:

$$I = (R+P) \cdot D,$$

где R и P – суммарные значения длин корней и проростков соответственно, см; D – доля проросших семян [5, 6, 7].

В ходе экспериментов установлено, что в большинстве случаев достаточную информацию можно получить при сравнении значений интегрального индекса I в опыте и контроле.

Полевые испытания проводили на экспериментальных полях лаборатории по изучению систем земледелия ФГБОУ ВПО «БелГСХА им. В.Я.Горина» на яровом ячмене ле-

том 2013 г. Действие препаратов рассматривали на различных фонах удобрений ($N_{10}P_{10}K_{10}$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{50}P_{50}K_{50}$, $N_{70}P_{70}K_{70}$) в сравнении с контролем (без обработки) и с обработкой фунгицидом. Эффективность микробных препаратов оценивали по изменению урожайности в ц/га ($НСП_{05} = 1.5$).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Уровни воздействия факторов инициации сукцессии, полученные с помощью аппарата математического планирования эксперимента, были следующие:

2.4 % глюкозы и 0.12 % нитрата натрия для активации актиномицетов (как фактора супрессивности почв;

1.764 % глюкозы и $2.17 \cdot 10^{-8}$ % нитрата натрия для формирования комплексов, оказывающих наиболее положительные влияния на рост пшеницы.

В лабораторных условиях на ранних сроках роста растений оба препарата проявили себя как активаторы роста растений. Интересно отметить тот факт, что хотя препараты не сильно различаются между собой по параметрам инициации, на рост растения они оказывают разное влияние. Так, первый препарат в наиболее разбавленном варианте оказывает достоверный стимулирующий эффект на рост пшеницы, тогда как второй препарат в данной концентрации не отличается от контроля (эффективна более высокая концентрация). При тестировании препаратов на кресс-салате, значимых различий между различными концентрациями препарата выявлено не было. При обработке семян пшеницы наблюдали значимое по сравнению с контролем (вода) увеличение индекса роста растений (до 200 %). При использовании в качестве тестового объекта кресс-салата наблюдали значимое увеличение всхожести семян и индекса роста.

В условиях полевого эксперимента препараты проявили разную степень эффективности (табл.).

Таблица. Влияние препаратов на урожайность ярового ячменя при различных обработках, ц/га ($НСП = 1.5$).

Препарат	Фон удобренности			
	$N_{10}P_{10}K_{10}$	$N_{30}P_{30}K_{30}$	$N_{50}P_{50}K_{50}$	$N_{70}P_{70}K_{70}$
контроль	16.6	22.9	25.2	28.7
№1	15.1	22.0	28.5	30.9
№2	20.6	25.4	30.5	35.1

Применение препарата № 2 на всех фонах удобрений позволило повысить урожайность ярового ячменя от 10 до 20 % по сравнению с контролем (фон удобрений). Таким образом, применение данного препарата может помочь снизить дозы применяемых удобрений, хотя наибольшая урожайность все же достигается при более высоких уровнях внесения удобрений. Урожайность ячменя, обработанного препаратом № 1, не отличалась значимо от контроля, показывая тем самым еще большую важность в точном определении факторов инициации сукцессии при создании препаратов с заданными свойствами. Подобная строгая определенность может являться некоторым ограничением при использовании изучаемого подхода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Показано, что принципиально возможен подход для создания препаратов с заданными свойствами и с целью повышения урожайности злаков, при котором факторами инициации сукцессии формируются свойства микробной системы. Причем параметры системы, по которому проводится оптимизация, может быть как частным (оптимизация определенной группы микроорганизмов или функции), так и интегральным (система модифицируется таким образом, чтобы стимулировать или ингибировать рост растений). Доказана достаточно высокая эффективность данных препаратов в полевых условиях.

Особенность представленной работы состоит в том, что она проводилась без выделения и комбинирования чистых культур. Объектом служили именно природные микробные сообщества с их реальным биоразнообразием, включая и значительную долю так называемых некультивируемых микроорганизмов. Другими словами, речь идет о принципиальной возможности управления потенциалом всего сообщества для решения разных задач. Используемый подход избавляет от сложностей составления комбинаций взаимодействующих популяций чистых культур, формируя целевое сообщество в ситуации «черного ящика». Ценность подобного подхода также заключается в его простоте: для производства подобных препаратов не требуется наличие сложного оборудования и стерильных условий. К тому же, выделенные непосредственно из природного местообитания микроорганизмы, должны лучше выживать при интродукции по сравнению с популяциями на питательных средах.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Виноградский С.Н.* Микробиология почвы. Проблемы и методы. М.: Издательство академии наук СССР, 1952. 792 с.
2. *Кожевин П.А.* Микробные популяции в природе. М.: МГУ, 1989. 175 с.
3. *Кожевин П.А. Корчмару С.С.* На пути к теории применения микробных удобрений// Вестн. Моск. Ун-та. Сер.17. Почвоведение. 1995. №2. 52–60.
4. *Фомин Г.С., Фомин А.Г.* Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам. Справочник. М.: «Протектор», 2001, 304 с.
5. *Anderson J.D, Abdul Baki A.A.* Vigor determination in soybean seed by multiple criteria// Crop Sci., vol.13, 1973, p. 630–633.
6. *Bhargava D. and Bhardwaj N.* Effect of sodium fluoride on seed germination and seedling growth of *Triticum aestivum* var.raj. 4083 // Journal of Phytology, 2/4, 2010, p. 41–43.
7. *Gholami A., Shahsavani S., and Nezarat S.* The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Germination, Seedling Growth and Yield of Maize// World Academy of Science, Engineering and Technology, №49, 2009, p. 19–24.

Работа рекомендована д.б.н., в.н.с. кафедры биологии почв МГУ П.А. Кожевиным.

УДК 631.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ТЕХНОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ПОЧВ КУЗБАССА В УСЛОВИЯХ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

К.А. Андросова, Т.П. Алексеева, В.П. Середина, Л.Н. Сысоева

Томский государственный университет

Представлены результаты исследования фракционного состава органического вещества почв в вариантах полевого опыта. В ходе исследования выявлено, что применение торфяных мелиорантов в условиях биологической рекультивации способствовало увеличению лабильных форм органического вещества, образующихся на начальных этапах гумификации. Полученные результаты свидетельствуют о том, что под воздействием биологических приемов рекультивации в техногенных почвах происходит ускорение процессов регенерации органического вещества.

ВВЕДЕНИЕ

Земельный фонд Кемеровской области составляет 95,7 км². Самые плодородные почвы располагаются в пределах Кузнецкой котловины, в недрах которой залегают крупнейшие месторождения угля. Активное развитие горнодобывающей промышленности в

Кемеровской области привело к увеличению площадей техногенных почв. По данным В.А. Андроханова и др. [1], в результате горнодобывающих работ в равнинной части Кузнецкой котловины почвенный покров полностью нарушен на площади около 100 тыс. га, из них 80 тыс. га – работой угольных предприятий.

Изучение нарушенных земель не потеряло актуальности потому, что часть их, временно изъятая в ходе открытых разработок, должна быть возвращена в природопользование после рекультивации [2]. С целью возвращения техногенных почв в фонд народно-хозяйственного использования и предотвращения их негативного воздействия на естественные ландшафты применяются различные приемы рекультивации.

Как известно, существует два этапа рекультивации нарушенных земель: горнотехнический и биологический. Целью горнотехнического этапа рекультивации считается создание в субстрате местообитаний с заданными свойствами и режимами, а главной целью биологического этапа – ускорение восстановления почвенно-экологических функций и экосистемы в целом [3].

Главным показателем эффективной регенерации почвенно-экологических функций является образование органо-аккумулятивного горизонта в техногенной почве, формирование которого естественным путем протекает очень медленно.

В связи с этим, целью исследования является изучение биологических приемов рекультивации, влияющих на ускорение процессов регенерации органического вещества в техногенных почвах, сформированных в районах угледобычи Кузбасса.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования послужили варианты полевого опыта, заложенного в 2007 году на угольном отвале восточного разреза Краснобродский Кемеровской области, с целью изучения эффективности применения запатентованных торфяных препаратов, полученных в физико-химической лаборатории Сибирского института сельского хозяйства и торфа (торфяной мелиорант (ТМ) [5], на основе торфа низинного типа и оксигумат (ОГ) [6] на основе торфа верхового типа месторождения «Темное» Томской области), влияющих на ускорение биологических приемов рекультивации. Полевой опыт заложен по методике [4] на делянках площадью 1 м² в 4-кратной повторности. Опыт предполагает разное количество внесения органоминерального удобрения (ТМ) на 1 га – 25 и 50 т. Состав торфяного мелиоранта готовился добавлением к основе, состоящей из 90% нативного торфа и 10% активированного торфа (в расчете на сухое вещество), минеральных удобрений (азотные, фосфорные, калийные).

Активированный торф, представляющий основу мелиоранта, является твердым остатком при производстве биологически активного препарата – стимулятора роста растений «Оксигумат», используемого для обработки семян перед посевом и в период их вегетации.

Рассматриваемые варианты выровнены по внесению минеральных удобрений – доза их внесения как таковых, так и в составе ТМ, одинакова и необходима для роста и развития многолетней травянистой культуры. Полевой опыт включал следующие варианты:

1. Грунт отвала (ГО) – контроль;
2. ГО + торфяной мелиорант (ТМ), 25 т/га, вносимый перед посевом трав;
3. ГО + ТМ, 50 т/га, вносимый перед посевом трав;
4. ГО + NPK + предпосевная обработка семян и вегетирующих растений препаратом «Оксигумат» (ОГ) (концентрация 0.005% по ГК).

На всех делянках полевого опыта были высеяны культуры: донник, тимopheевка и костер безостый, а также высажены саженцы березы и сосны.

В ходе исследования фракционного состава органического вещества техногенных грунтов использовался метод хемодеструкционного фракционирования В.П. Цыпленкова и А.И. Попова (патент РФ № 4921349, 1994) [цитировано по 7], основанный на разной устойчивости компонентов органического вещества к действию окислителей. С этой целью

готовили серию растворов с одинаковой концентрацией окислителя ($K_2Cr_2O_7$), но с линейно возрастающей окисляющей способностью, которая зависит от концентрации H^+ , заданным разным количеством H_2SO_4 . [8]. Данный метод позволил выделить 11 фракций почвенного органического вещества: 1–4 фракции включают легкоокисляемую (лабильную) часть, 5–7 – среднеокисляемую и 8–11 – относительно трудноокисляемую (стабильную) часть органического вещества. Каждая фракция выражена в процентах от общего содержания углерода в вариантах опыта ($C_{лов}$ от $C_{общ}$ почвы, %).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Плодородие почв формируется под воздействием сложного комплекса природных и антропогенных факторов, ведущая роль среди которых принадлежит процессам трансформации и минерализации органического вещества.

Наиболее агрономически ценной группой органических соединений, активно влияющих на регенерацию плодородия техногенно-нарушенных почв, являются лабильные формы.

Лабильные, как наименее устойчивые в биохимическом отношении гумусовые вещества служат непосредственным и наиболее доступным источником питания растений и микроорганизмов и характеризуют эффективное плодородие почв [8]. Лабильные формы органического вещества (ЛОВ) выполняют защитную функцию по отношению к консервативной группе органического вещества, которая устойчива к процессам минерализации, а также характеризует типовые признаки и показатели почвы, формирующиеся и сохраняющиеся в течение длительного периода времени.

Агрономическая ценность ЛОВ заключается в том, что его содержание в почве легко регулировать путем внесения различных органических удобрений и управления гумусовым состоянием почв в целом [9].

В ходе исследования оценки эффективности мелиоративных препаратов на основе торфа был изучен фракционный состав органического вещества, в частности, лабильные и стабильные формы, активно влияющие на формирование органогенного горизонта техногенно-нарушенных почв.

Данные показали, что в контрольном варианте опыта весной 2013 года наблюдается увеличение доли трудноокисляемой фракции органического вещества, составляющей 65% от общего содержания углерода почвы, и уменьшение легкоокисляемой (17%) и среднеокисляемой (18.3%) фракций. В вариантах с внесением торфяного мелиоранта в дозах 25 и 50 т/га наблюдается противоположная тенденция в сторону накопления лабильной, наиболее доступной для растений и микроорганизмов, части органического вещества (рис.1). Это объясняется тем, что удобрения на основе торфа обогащают регенерирующий органогенный горизонт органоминеральными компонентами и микроорганизмами, а также усиливают ферментативную активность и деструкцию растительных остатков, в результате чего образуются и накапливаются лабильные формы органического вещества.

В конце вегетационного периода 2013 года во всех вариантах опыта происходит увеличение легкоокисляемой (на 10–25 %), среднеокисляемой (на 15–20 %) и уменьшение консервативной фракции органического вещества (рис. 2, 3).

Дополнительное применение обработки семян и вегетирующих растений «Оксигумом» на фоне минеральных удобрений в весенний период привело к возрастанию доли среднеокисляемой части органического вещества (23.2 %), которая является наиболее стабильной, обеспечивающей устойчивое равновесное состояние почвы [10], а осенью к увеличению легкоокисляемой (24.3 %), за счет процессов накопления веществ неспецифической природы.

Сопоставляя результаты опыта за 2013 год с данными, полученными в предыдущие годы исследования, установлено, что с течением времени в вариантах с внесением торфяного мелиоранта происходит увеличение содержания легкоокисляемой части органиче-

ского вещества (рис. 4), благоприятно влияющей на физико-химические свойства техногенных почв, при одновременном уменьшении трудноокисляемой фракции.

Это свидетельствует о том, что содержание подвижных компонентов почвенного органического вещества, выделенных на основании их различной устойчивости к действию окислителей, могут быть использованы как показатели эффективности рекультивации техногенно-нарушенных почв.

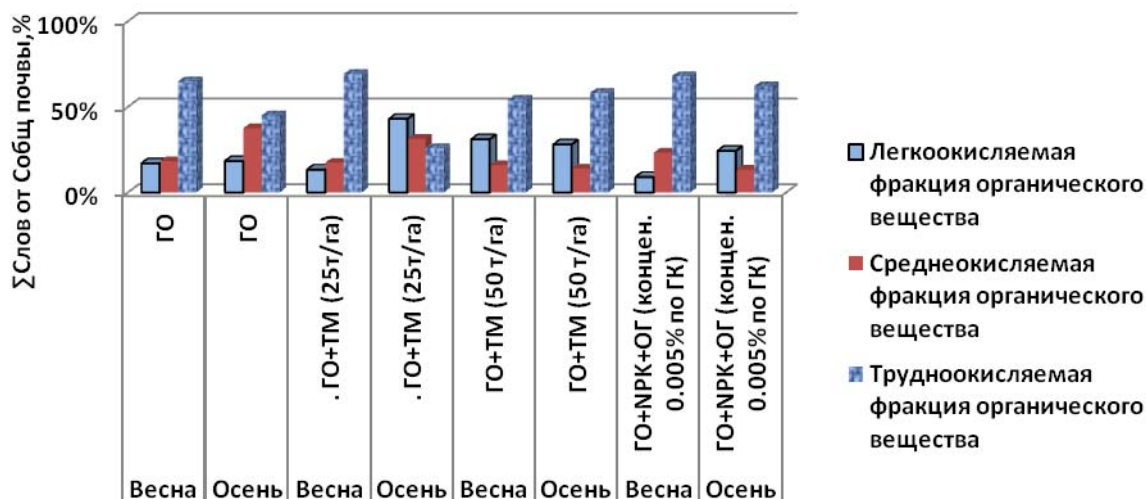


Рисунок 1. Динамика фракций органического вещества в условиях полевого опыта.

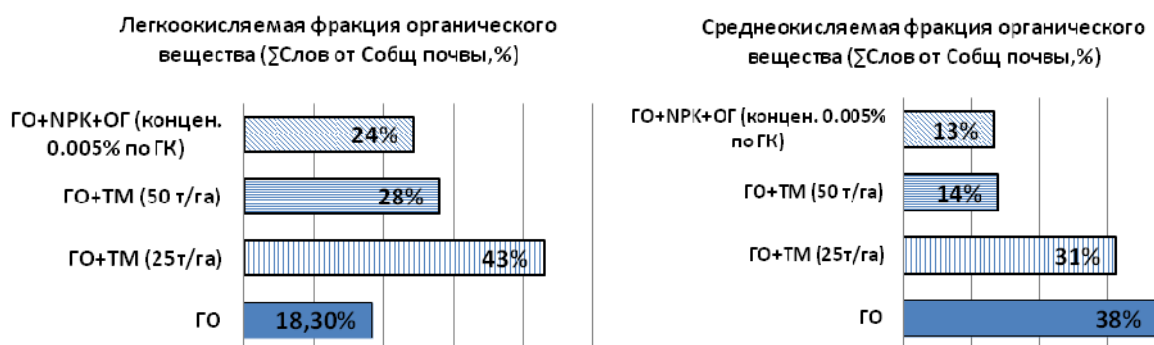


Рисунок 2. Лабильные фракции органического вещества в вариантах полевого опыта (осень, 2013).

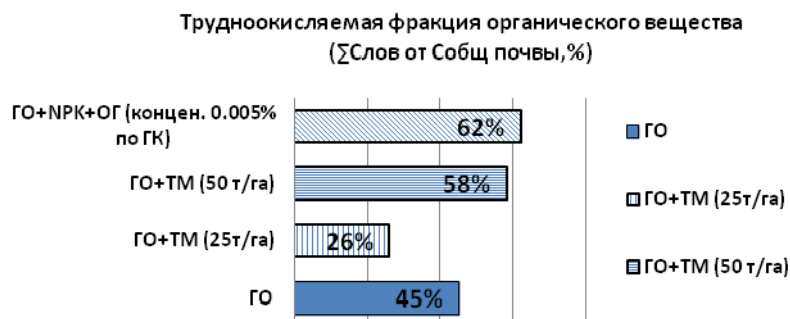


Рисунок 3. Стабильные фракции органического вещества в вариантах полевого опыта (осень 2013).

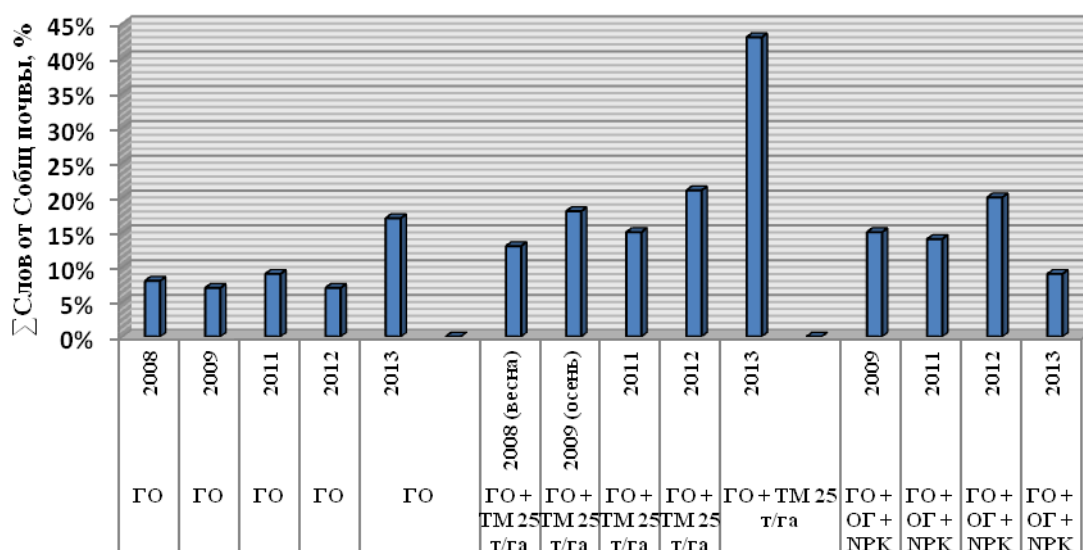


Рисунок 4. Динамика легкоокисляемой фракции органического вещества.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя из вышесказанного, можно сделать заключение о том, что, процессы регенерации плодородия угольного отвала восточного разреза «Краснобродский» протекают постепенно, отличаются нестабильной периодизацией, что связано не только с количеством доступного органического вещества, но и с различными биоклиматическими факторами. В результате стимуляции накопления лабильных форм органического вещества под воздействием торфяных мелиорантов, происходит активизация ферментативной активности и восстановление не только плодородия почв и растительного покрова, но и в целом улучшение экологической ситуации на угольном отвале.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андроханов В.А., Куляпина Е.Д., Курачев В.М. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. 151 с.
2. Напрасников Е.В. Биологические свойства почв на угольных отвалах // Почвоведение. 2008. №12. С. 1487 – 1493.
3. Курачев В.М. Рекультивация почв техногенных ландшафтов: проблемы и перспективы исследований // Вестник с.-х. науки. 1994. №1. С. 98–104.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1968. 336 с.
5. Патент РФ №2282607 Органоминеральное удобрение. Алексеева Т.А., Сысоева Л.Н., Трунова Н.М., Бурмистрова Т.И.
6. Патент РФ № 2216172 Способ получения средств для защиты от грибковых заболеваний. Бурмистрова Т.И., Сысоева Л.Н., Трунова Н.М., Терещенко Н.Н.
7. Химия почв: органическое вещество почв: учеб.-метод. пособие // Н. А. Мартынова. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2011. – 255 с.
8. Авад А.Р., Донских И.Н., Мязин Н.Г. Метод хемодеструкционного фракционирования для оценки качественного состава органического вещества черноземов // Агрохимический вестник. 2008. №2. С. 8 – 10.
9. Мамонтов В.Г., Афанасьева Р.А. К вопросу о лабильном органическом веществе почв // Плодородие. – 2008. – №2. – С. 29–30.
10. Середина В.П., Алексеева Т.П., Сысоева Л.Н. и др. Исследование процессов формирования органического вещества в нарушенных при угледобыче почвах // Вест. ТГУ. Биология, 2012 № 1 (17). С. 18 – 31.

Работа рекомендована д.б.н., проф. В.П. Серединой.

ПРИМЕНЕНИЕ НОВОГО КОМПЛЕКСНОГО УДОБРЕНИЯ *СУПРОДИТ М* В ПОСЕВАХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ

О.Ю. Баланова, А.Н. Ратников, Т.Л. Жигарева, Г.И. Попова, Д.Г. Свириденко
ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной
радиологии и агроэкологии Россельхозакадемии, г. Обнинск

Разработано новое комплексное удобрение пролонгированного действия *Супродит М*.

В вегетационных и полевых опытах установлено, что *Супродит М* обеспечивает повышение урожайности зерновых на 10–40 % в зависимости от культуры (ячмень или овес), снижение накопления ^{137}Cs в зерне в 3.5 раза, а снижение накопления Cd в зерне в 2.5 раза. Получен патент на изобретение.

Ключевые слова: загрязнение почв, тяжелые металлы, радионуклиды, *Супродит М*, продуктивность, зерновые культуры, пролонгированность.

ВВЕДЕНИЕ

Загрязнение почв тяжелыми металлами и радионуклидами техногенного происхождения приводит к увеличению их содержания в растениеводческой продукции, а также, часто является причиной значительного снижения продуктивности сельскохозяйственных угодий [1, 2]. На основе трепела Зикеевского месторождения Калужской области, разработано и апробировано новое комплексное органо-минеральное удобрение – *Супродит М*.

Минералогический состав комплексного сорбента: цеолит к-н (20 %), цеолит ECR-2 (20 %), монтмориллонит (около 10 %), мусковит (9 %), кварц (2 %). Рентгенаморфная фаза составляет 39%.

Элементный состав комплексного удобрения *Супродита М*: N – 11 %, P_2O_5 – 12 %, K_2O – 18 %, Ca – 0.33 %, Mg – 0.92 %, органическое вещество – 30 %. Содержание микроэлементов в удобрении: В – 1200 мг/кг; Мо – 1400 мг/кг. *Супродит М* содержит легко усваиваемый азот и биологически активное вещество (гумат калия).

Супродит М применяется в дозах, общепринятых для минеральных удобрений в Центральном регионе Российской Федерации, 800–1000 кг/га.

Супродит М обладает выраженными сорбционными свойствами.

Супродит М защищен патентом Российской Федерации № 2426711.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Испытания эффективности применения нового комплексного удобрения – *Супродита М* были выполнены в условиях вегетационных опытов на базе ВНИИСХРАЭ и полевых условиях – на базе ГНУ Калужской НИИСХ имени Тимирязева.

Супродит М применялся в дозах, сопоставимых с внесением азотных, фосфорных и калийных удобрений в зональных технологиях возделывания зерновых культур – 0.8 т/га.

Вегетационные опыты закладывали по общепринятой методике в сосудах, вмещающих 5 кг почвы. Питательные элементы вносили из расчета 0.75 г N, 0.75 P_2O_5 и 0.75 K_2O на сосуд. Влажность почвы в сосудах в течение вегетации растений поддерживали на уровне 60% от полной капиллярной влагоемкости. Использовали сорт ячмень Нур и дерново-подзолистую среднесуглинистую почву.

Влияние *Супродита М* на переход Cd в зерновые культуры изучали в полевом и вегетационном опытах при искусственном внесении ТМ.

Агрохимические показатели почв и анализ растений (содержание макроэлементов) определяли по общепринятым методикам [3]. Валовое содержание ТМ в почве и концентрацию их в растениях определяли по методике ЦИНАО [4]. Содержание ^{137}Cs в почве и растительном материале в растворах измеряли методом полупроводниковой гамма-спектрометрии с использованием детектора из сверхчистого германия (HPGe) и анализатора спектра IN 1200 (INTERTECHNIQUE).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Испытания *Супродита М* проводились на подвижность ТМ и ^{137}Cs и поступление их из почвы в ячмень проводились в вегетационных опытах на дерново-подзолистой на базе ГНУ ВНИИСХРАЭ (ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной радиологии и агроэкологии Россельхозакадемии).

Дерново-подзолистая среднесуглинистая почва имела следующие агрохимические показатели: $\text{pH}_{\text{KCl}} = 5.8$; гидролитическая кислотность – 3.1 мг-экв/100 г почвы; содержание подвижного фосфора – 17.7 мг/100 г почвы; содержание обменного калия – 14.2 мг/100 г почвы; содержание гумуса – 2.37 %.

Супродит М является приоритетным удобрением по сравнению с простым минеральным удобрением. В результате исследований *Супродит М* показал положительное влияние на ячмень по сравнению с NPK, отмечалась прибавка урожая на 2 год после внесения удобрения *Супродита М*.

Полученные данные, показали, что при выращивании ячменя на дерново-подзолистой почве урожай зерна при внесении промышленных минеральных удобрений повышается по сравнению с неободренной почвой. Урожайность ячменя при внесении *Супродита М* выше, чем при внесении минеральных удобрений.

Внесение *Супродита М* дает позитивный эффект и проявляется на протяжении 2-х лет с увеличением урожайности зерна в отличие от других промышленных удобрений и контроля (рис. 1).

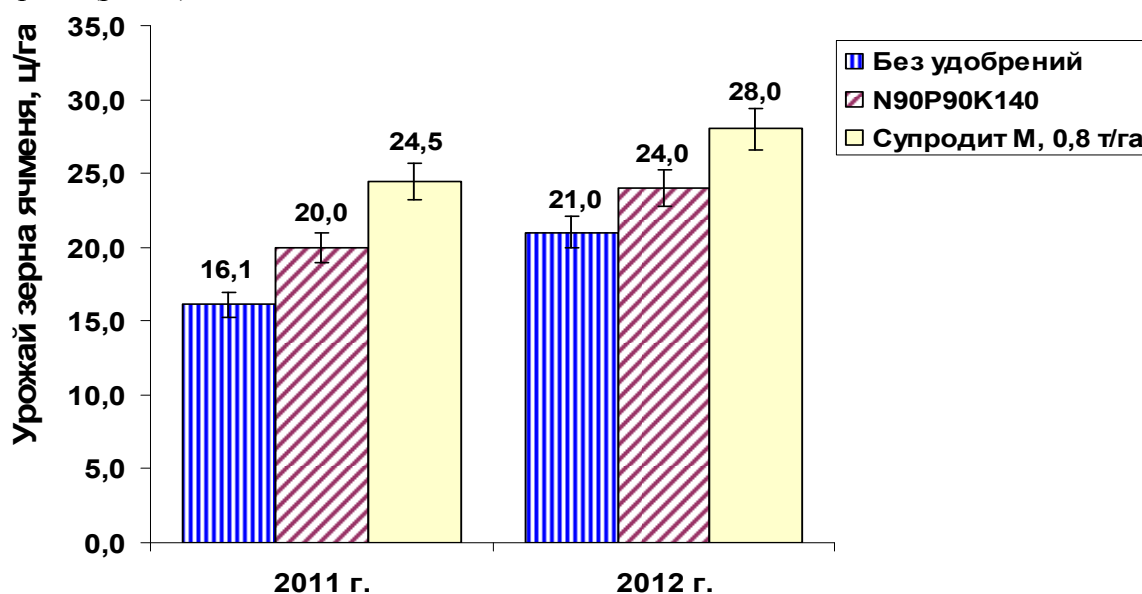


Рисунок 1. Влияние *Супродита М* на урожайность ячменя.

Применение *Супродита М* при выращивании ярового ячменя (сорт Нур) на почве, загрязненной Cd, способствовало снижению накопления токсиканта в зерне в 2.5 раза (в год внесения). Концентрация Cd в почве составляла 6 мг/кг. Содержание Cd в зерне ячменя при использовании *Супродита М* в 1.5–2.0 раза ниже, чем в вариантах с внесением простых минеральных удобрений. Положительный эффект по снижению поступления Cd из дерново-подзолистой почвы в растения и накопление в зерне ячменя наблюдался и через год после внесения *Супродита М*.

Эффективность *Супродита М* в ограничении перехода ^{137}Cs из дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы в ячмень в 1.5–1.8 раза выше по сравнению с применением простых минеральных удобрений (рис. 2).

Входящий в состав *Супродита М* комплексный сорбент обладает высокой поглощательной способностью по отношению к загрязнителям (Cd и ^{137}Cs), находящимся в почве, что и способствует снижению их подвижности в почве и ограничению поступления в растения.

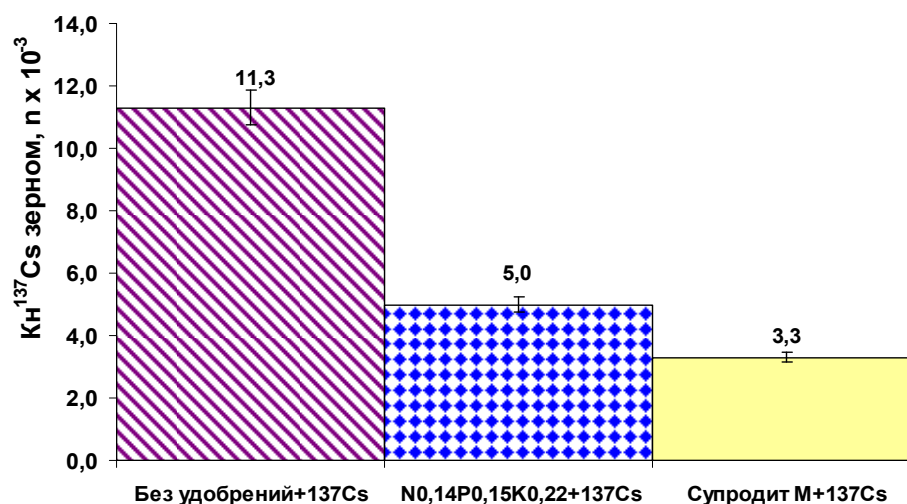


Рисунок 2. Влияние Супродита М на накопление ¹³⁷Cs в зерне ячменя (Бк/кг зерна)/(Бк/кг почвы).

На базе ГНУ Калужского филиала РГАУ-МСХА в течение трех лет на дерново-подзолистой почве изучали влияние *Супродита М* на развитие растений овса (сорт Привет), продуктивность и переход тяжелых металлов (кадмия) и микроэлементов (магния, бора, молибдена) в продукцию.

Дерново-подзолистая почва супесчаная почва характеризуется показателями: рН_{KCl} = 6.2; гидролитическая кислотность – 0.42 мг-экв/100 г почвы; содержание подвижного фосфора – 43.6 мг/100 г почвы; содержание обменного калия – 9.4 мг/100 г почвы; содержание гумуса – 1.22 %.

Продуктивность овса при внесении *Супродита М* в дерново-подзолистую почву увеличивается на 20 % по сравнению с традиционной системой применения минеральных удобрений. Урожай зерна при внесении NPK составил 33.7 ц/га, а при внесении *Супродита М* – 40.5 ц/га (год внесения). Высокая эффективность *Супродита М* в повышении продуктивности овса отмечена на 2й и 3й год после внесения его в почву. Урожайность овса на третий год после внесения *Супродита М* в почву увеличилась на 55 % по сравнению с промышленными удобрениями, вносимыми ежегодно.

Было показано, что внесение *Супродита М* в дерново-подзолистую почву способствует снижению поступления тяжелых металлов в растения овса. В частности, переход кадмия в зерно овса уменьшился по сравнению с внесением минеральных удобрений – NPK (рис. 2).

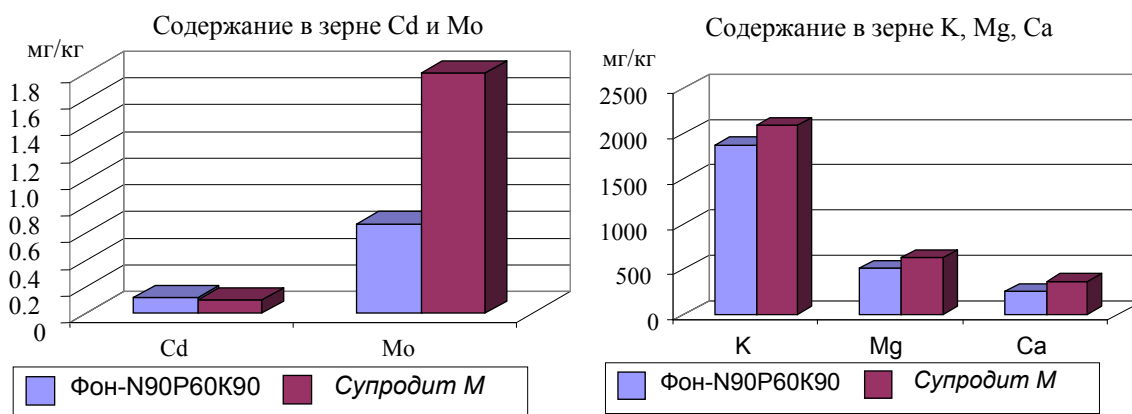


Рисунок 3 и 4. Влияние *Супродита М* на поступление Cd, Mo и макроэлементов в зерно овса.

Отметим, что содержание кальция и калия в зерне при внесении *Супродита М* увеличилось. Содержание микроэлементов тоже повышается по сравнению с применением обычных промышленных удобрений. Повышение поступления магния и молибдена в растения овса в ходе применения *Супродита М* объясняется высоким содержанием этих элементов в самом удобрении (рис 3 и 4).

Супродит М обладает высокой емкостью поглощения и фиксирует избыточное количество ТМ в почве, что способствует повышению урожайности и снижению поступления металла из почвы в растения. *Супродит М* поглощает (как сорбент) из почвы ТМ и радионуклиды и как удобрение – обогащает почву важно-питательными элементами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований установлено положительное действие *Супродита М* на продуктивность яровых зерновых культур (овса и ячменя) при возделывании их на дерново-подзолистой почве.

Внесение *Супродита М* обеспечивает:

- Улучшение сорбционных свойств почв. Повышение урожайности на 15–40 % в зависимости от зерновой культуры;

- Снижение перехода радионуклидов и ТМ в продукцию растениеводства;

- Снижение накопления ^{137}Cs в зерне до 3.5 раза;

- Снижение накопления Cd в зерне в 2.5 раза;

Положительный эффект в повышении урожайности сохраняется в течение 2–3-х лет после внесения. Снижение затрат на внесение удобрений, т.к. *Супродит М* можно вносить однократно 1 раз в 2–3 года.

Супродит М применяется в технологиях возделывания зерновых культур с целью получения высоких урожаев зерна, сохранения плодородия почв и ограничения перехода ^{137}Cs и ТМ из почвы в растения в условиях техногенеза. Положительное влияние *Супродита М* по ограничению поступления загрязняющих веществ в растения связано с тем, что входящий в его состав комплексный сорбент обладает высокой емкостью поглощения, что способствует снижению подвижности и ^{137}Cs и ТМ и их прочной фиксации почвенно-поглощающим комплексом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. Новосибирск. 1991. 150 с.
2. Агроэкология. Под ред. В.А. Черникова и А.И.Чекереса. М.: Колос. 2000. 536 с.
3. Практикум по агрохимии / под ред. Минеева. М.: Изд-во МГУ. 2001. 688 с.
4. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. М.: ЦИНАО. 1992. 45 с.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. А.Н. Ратниковым.

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИ РАЗЛИЧНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКЕ

С.Л. Быкова

ФГБОУ ВПО Новосибирский государственный аграрный университет

В работе показано, что в черноземе выщелоченном Новосибирского Приобья при длительном сельскохозяйственном использовании происходит уменьшение содержания гумуса, которое сопровождается негативными изменениями физико-химических и агрофизических свойств. Более заметные изменения деградационного характера отмечены при орошении.

Если кто искусством покажет путь легкий и малоиздержестный к претворению всякой земли в чернозем, тот будет... благодетель рода человеческого.

А.Н. Радищев

ВВЕДЕНИЕ

Чернозем выщелоченный является одной из лучших пахотных почв лесостепи Новосибирского Приобья. В настоящее время, при интенсификации сельскохозяйственного производства, возрастает антропогенная нагрузка на почвы, что приводит к существенным их изменениям.

К настоящему времени появилось значительное количество монографий и статей, посвященных антропогенной деградации черноземов [1, 2, 3]. Большинство выполненных работ по данной проблеме приходится на европейскую часть России и лишь немногие на Западную Сибирь, хотя этот регион страны является важным производителем сельскохозяйственных продуктов [4, 5].

В данной работе ставится цель – определить и дать оценку изменениям свойств чернозема выщелоченного длительного использования в пашне в сравнении с целинным аналогом.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследуемые нами чернозёмы сформированы на лёссовидных карбонатных суглинках Приобского плато, обладают значительным плодородием и составляют основной пахотный фонд Новосибирской области. Нами изучались чернозёмы выщелоченные среднегумусные среднесуглинистые иловато-крупнопылеватые учебно-опытного хозяйства «Тулинское» Новосибирского государственного аграрного университета, представленные целинным, пахотным с начала двадцатого столетия (зернопропашной севооборот) и орошаемым (овощной севооборот) аналогами. Учебно-опытное хозяйство расположено в лесостепной дренированной зоне Западно-Сибирской провинции Приобского района выщелоченных чернозёмов. За основу взяты данные 1974 года [6].

Для выполнения поставленной цели использовали сравнительно-аналитический подход. Определение содержания гумуса проводили методом И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова, обменных кальция и магния комплексометрическим методом, агрегатный анализ – методом Н.И. Саввинова [7, 8].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Одним из основных критериев оценки почвенного плодородия является содержание гумуса. Длительное сельскохозяйственное использование почв при дефиците поступления в них органического вещества с растительными остатками и органическими удобрениями, приводит к снижению содержания гумуса (рис.).

За временной промежуток 33 года содержание гумуса в пахотном слое неорошаемого чернозема уменьшилось с 8.98 до 7.62 %, потери в 0–50 см слое составляют 16 %. Потери гумуса прослеживаются по всему гумусовому профилю. С увеличением глубины разница в содержании гумуса постепенно снижается. Уменьшение запасов гумуса в полуметровой толще неорошаемой почвы составило 40 т/га, в сравнении с целинным аналогом потери увеличились до 95 т/га. Заметное уменьшение содержания гумуса неорошаемых черноземов можно объяснить снижением поступления корнепоживных остатков и усилением минерализации при обработке.

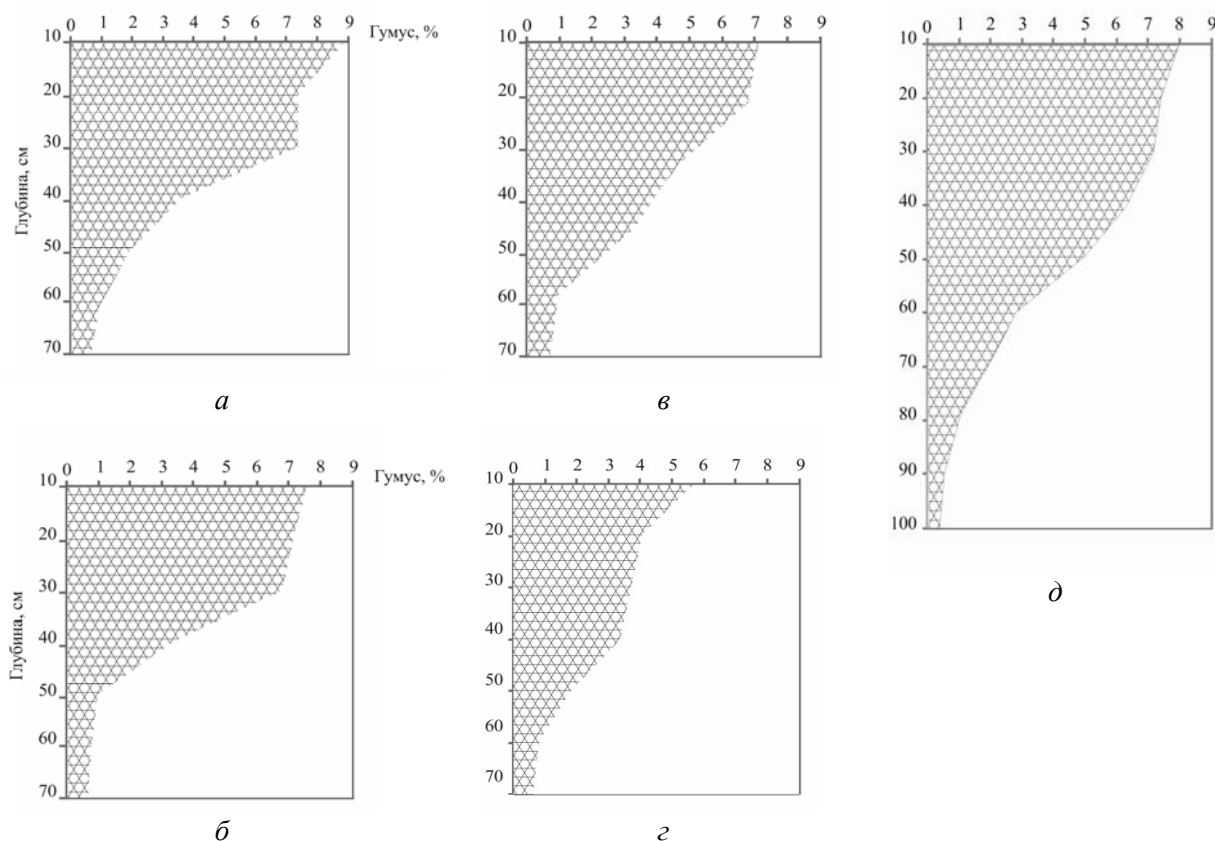


Рисунок. Распределение гумуса по профилю чернозема выщелоченного неорошаемого:
а – 1974 г, *б* – 2007 г; орошаемого: *в* – 1974 г; *г* – 2007 г; *д* – целинного – 2007 г.

Наряду с этим обеднение почв агроценозов гумусом возникает потому, что они развиваются преимущественно под влиянием одновидовых культур. Тогда как на целине вся биомасса возвращается в почву, что способствует накоплению гумуса (до 8 % в верхнем горизонте) и относительно стабильному его динамическому равновесию. Для чернозема в целинном статусе характерны довольно высокие и стабильные запасы гумуса (в слое 0...50 см до 382 т/га).

Наиболее заметные изменения содержания гумуса наблюдаются в черноземе при длительном орошении, так как в условиях орошения создается более благоприятный гидротермический режим, при котором активизируются биологические процессы, увеличивается скорость трансформации, как свежего органического вещества, так и гумуса почвы.

Известно, что гумус в значительной мере определяет ёмкость поглощения почвы. При недостаточном поступлении органических остатков, имеющиеся в почве гумусовые кислоты превращаются в инертный углеродосодержащий материал с весьма слабой катионообменной способностью [9]. Параллельно убыли гумуса произошли изменения в содержании обменных катионов кальция и магния. В черноземе уменьшилась сумма обменных кальция и магния с 32.9 до 26.5 мг-экв/100 г. Потери составили 16 %. Отношение кальция к магнию снизилось с 8:1 до 6:1.

Уменьшение содержания гумуса и обменного кальция, не могло не оказать заметное влияние на структурное состояние, поскольку гуматы кальция склеивают механические элементы в агрегаты и придают им водопрочность (табл. 1).

Таблица 1. Содержание агрегатов различного размера в чернозёме выщелоченном (в процентах от массы воздушно-сухой почвы).

Годы	Глубина взятия образца, см	Размер агрегатов, мм								Коеф. структур- ности
		>10	10–5	5–3	3–2	2–1	1–0.5	0.5– 0.25	<0.25	
Неорошаемый										
1974	0–20	15.3	7.2	13.8	13.4	23.2	9.0	8.0	10.1	2.9
	20–40	16.8	6.2	10.3	10.6	20.4	9.7	12.3	13.5	2.3
2007	0–20	17.6	10.2	14.0	9.6	21.0	8.2	5.9	13.5	2.2
	20–40	18.9	9.4	12.2	7.6	18.6	6.5	10.8	15.9	1.8
Орошаемый										
1974	0–20	22.6	13.0	9.9	6.5	9.9	9.3	10.1	18.6	1.4
	20–40	24.6	13.5	12.8	8.5	11.1	8.4	8.3	12.8	1.7
2007	0–20	27.9	11.1	14.1	8.7	10.0	4.3	7.1	19.8	1.2
	20–40	28.7	12.7	9.8	7.7	10.8	5.4	7.9	16.9	1.2
Целина										
2007	0–20	10.8	14.5	13.0	13.5	24.7	6.0	8.9	8.5	4.1
	20–40	15.3	6.2	6.3	8.8	25.6	4.9	16.8	9.3	3.1

В старопахотных черноземах ухудшение структуры проявляется за счет увеличения глыбистой фракции размером >10 мм на 17.5 %. Содержание пыли (<0.25 мм) в слое 0–40 см увеличилось на 7 %. В соответствии с ростом глыбистости отмечено уменьшение количества агрономически ценных агрегатов. Максимальному разрушению подверглись наиболее ценные агрегаты размером 1–3 мм, содержание которых уменьшилось на 18 %. Коэффициент структурности снижается с 2.9 до 2.2. Обесструктурирование пахотных почв происходит в результате многократного и интенсивного воздействия на почву тяжелой сельскохозяйственной техники. Для чернозема в целинном статусе характерно довольно высокое содержание агрономически ценных агрегатов (80 %), коэффициент структурности 4.1. Содержание водопрочных агрегатов пахотного слоя чернозема составляет 37 %, что оценивается как удовлетворительное. Показатель низкой водопрочности агрегатов пахотного горизонта свидетельствует о наличии процессов агрофизической деградации черноземов. Дальнейшее развитие отмеченных негативных свойств может привести к существенному ухудшению функционально связанных с ними физических свойств.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При длительном сельскохозяйственном использовании чернозема выщелоченного существенно уменьшается содержание и запасы гумуса, сумма поглощенных катионов кальция и магния, ухудшается его структурно-агрегатное состояние. Наиболее интенсивные изменения отмечены в орошаемом черноземе.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Антропогенная эволюция черноземов.* / под ред. А.П.Щербакова, И.И.Васенева. – Воронеж: ВГУ, 2000. – 412 с.
2. *Щеглов Д.И.* Черноземы центра Русской равнины и их эволюции под влиянием естественных и антропогенных факторов. /Д.И. Щеглов – М.; Наука, 1999.– 214 с.
3. *Щербаков А.П.* Экологические проблемы плодородия почв ЦЧО./ А.П. Щербаков, И.И. Васенев // Почвоведение, 1994 – №8 – с. 81–96.

4. *Сиухина М.С.* Антропогенные изменения чернозёма выщелоченного // Почвы Сибири: генезис, география, экология и рациональное использование: Материалы конференции, посвященной 100-летию Р.В. Ковалёва. – Новосибирск: Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, 2007. – С. 158–159.
5. *Хмелев В.А., Танасиенко А.А.* Земельные ресурсы Новосибирской области и пути их рационального использования. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 349 с.
6. *Сиухина М.С.* Пахотнопригодные почвы учхоза «Тулинское». // Физико-химические свойства почв и вопросы поливного земледелия в НСО. Сборник научных трудов. Том 127. Новосибирск 1980 С. 28–34.
7. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во Моск. Унта, 1970. – 490 с.
8. *Александрова Л.Н., Найденова О.А.* Лабораторно-практические занятия по почвоведению. – Л.: Сельхозгиз, 1957. – 214 с.
9. *Клёнов Б.М.* Устойчивость гумуса автоморфных почв Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2000. – 176 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЕННЫХ ПОТОКОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ЛЕСНЫХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ

М.М. Визирская, М.В. Тихонова, А.С. Епихина, И.М. Мазиров

Лаборатория агроэкологического мониторинга, моделирования и прогнозирования
экосистем РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Россия, 127550, г. Москва,
Тимирязевский пр-д, д.2

mvizir@gmail.com

В условиях глобальных климатических изменений, наиболее подверженными их негативным последствиям системами являются урбоэкосистемы. Механизм их устойчивости основан на природоохранном каркасе, представленном сетью ООПТ. Почвы – уникальный природный объект одной из функций которых, является регуляция состава атмосферного воздуха основные закономерности этого процесса были изучены на примере Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

ВВЕДЕНИЕ

Последнее десятилетие характеризуется нарушением пропорций между городским и сельским населением [1]. Формирующаяся диспропорция приводит не только к росту мегаполисов, но и к повышению нагрузки на экосистемы, входящие в состав урбанизированных территорий [2]. Одной из основных задач современной экологии является поддержание благоприятных экологических условий и устойчивости функционирования территории мегаполисов. Москва – это один из крупнейших мегаполисов Европы. Ее природоохранный каркас составляют заповедники и лесные массивы на территории города. Одним из наиболее интересных является Лесная Опытная Дача (ЛОД) РГАУ-МСХА имеющая 150 летнюю историю наблюдения за состоянием лесных биогеоценозов.

Почвы выполняют широкий спектр экосистемных функций, среди которых наиболее значимыми для рекреационных лесов в черте города следует считать лесорастительную и рекреационную функции, и регулирование состава атмосферы [3, 4, 5]. С функцией регуляции состава атмосферного воздуха тесно связана одна из наиболее актуальных проблем современной экологии – глобальные изменения климата, которые обусловлены накоплением, так называемых, парниковых газов. CO₂ и CH₄, наиболее активные парниковые газы, имеют преимущественно почвенное происхождение [6, 7], в то же время, закономерности

При поддержке гранта правительства РФ № 11.G34.31.0079.

© М.М. Визирская, М.В. Тихонова, А.С. Епихина, И.М. Мазиров, 2014

их эмиссии почвами городской среды изучены слабо. Именно поэтому интерес к почвам как к объекту базового экологического мониторинга в последнее время растет.

ЦЕЛЬЮ исследования является изучение и экологическая оценка почвенных потоков парниковых газов почвами лесных экосистем в черте города, которые изучаются на примере Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (ЛОД).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В качестве лесных естественных экосистем в черте города изучался природный комплексный заказник – Лесная Опытная Дача РГАУ-МСХА (ЛОД). Ключевые участки располагаются по линии трансекты протянутой с северо-востока (СВ) на юго-запад (ЮЗ). Участки заложены в разных элементах рельефа, что позволяет изучить влияние формы рельефа на режимы функционирования и сезонную динамику дыхания почв лесных экосистем.

Ключевые участки (КУ) № 1 (ПСВ) и 5 (ПЮЗ) заложены на подошве склонов, КУ №3 (ВМХ) на пологой водораздельной части, КУ № 2 (ССВ) и 4 (СЮЗ) на склонах разной длины и формы (прямой короткий слабопокатый склон и пологий слабовогнутый склон повышенной длины соответственно).

Динамика потока CO_2 измерялась *in situ* ежедекадно в теплый период ($t^{\circ}\text{C}$ почвы $\geq 10^{\circ}$) и ежемесячно в холодный с помощью измерительного комплекса на основе инфра-красного газоанализатора Li-820, оснащенного почвенной камерой диаметром 20 см. Дополнительно производился отбор образцов для определения динамики эмиссии CH_4 из почвы. Измерения проводятся методом экспозиционных камер. Отбор проб осуществляется сразу после установки камер, затем через 30 и 60 минут после начала экспозиции. Образцы анализировались на газовом хроматографе КРИСТАЛЛ.М. Параллельно измерялись температура (Checktemp) и влажность почвы (Thetaprobe P 14 26).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведенные исследования выявили наличие сезонной динамики и пространственной неоднородности почв исследуемых ключевых участков по степени увлажнения, температуре почв, а так же по характеру и величине почвенных потоков парниковых газов на примере метана и углекислого газа.

Согласно усредненным за сезон данным наибольшей эмиссией CO_2 характеризуются подошвы обоих склонов и вершина холма $12.2\text{--}13.5 \text{ г/м}^2\cdot\text{день}$, для склонов на 23–29 % меньше: $9.4\text{--}9.7 \text{ г/м}^2\cdot\text{день}$ (рис. 1). Для всех исследуемых участков, не зависимо от условий увлажнения, характерно поглощение метана, что, по-видимому, является важной экосистемной функцией изучаемых почв. Наибольшая величина стока характерна для участков склона и подошвы СВ экспозиции – $0.9 \text{ мг/м}^2\cdot\text{день}$, где почвы менее увлажнены. Для участков на вершине и ЮЗ склоне холма, величина стока в 2–3 раза меньше чем на СВ склоне, вниз по склону сток увеличивается от 0.15 до $0.5 \text{ мг/м}^2\cdot\text{день}$. Выявлены различия в условиях увлажнения и температуре почв, наиболее влажным являются участки на ЮЗ склоне, в частности, подошва ЮЗ склона. Наиболее «теплыми» почвами отличаются участки ССВ и ПЮЗ.

Детальные во времени наблюдения за эмиссией CO_2 (рис. 2) свидетельствуют о том, что наибольшей величиной эмиссии характеризуется летне-осенний период, когда температура почвы не опускается ниже 10°C (рис. 3), в теплый период поток колеблется от 14.15 до $25.29 \text{ г/м}^2\cdot\text{день}$. При снижении температуры ниже 10°C , почвенное дыхание не превышает $5 \text{ г/м}^2\cdot\text{день}$, а при промерзании почвы практически не фиксируется. Отмечается высокий уровень зависимости эмиссии CO_2 от температуры почвы, R (коэффициент корреляции 0.81). Характер взаимосвязи с влажностью почвы носит обратный характер $R = -0.45$, что связано с подверженностью почв переувлажнению.

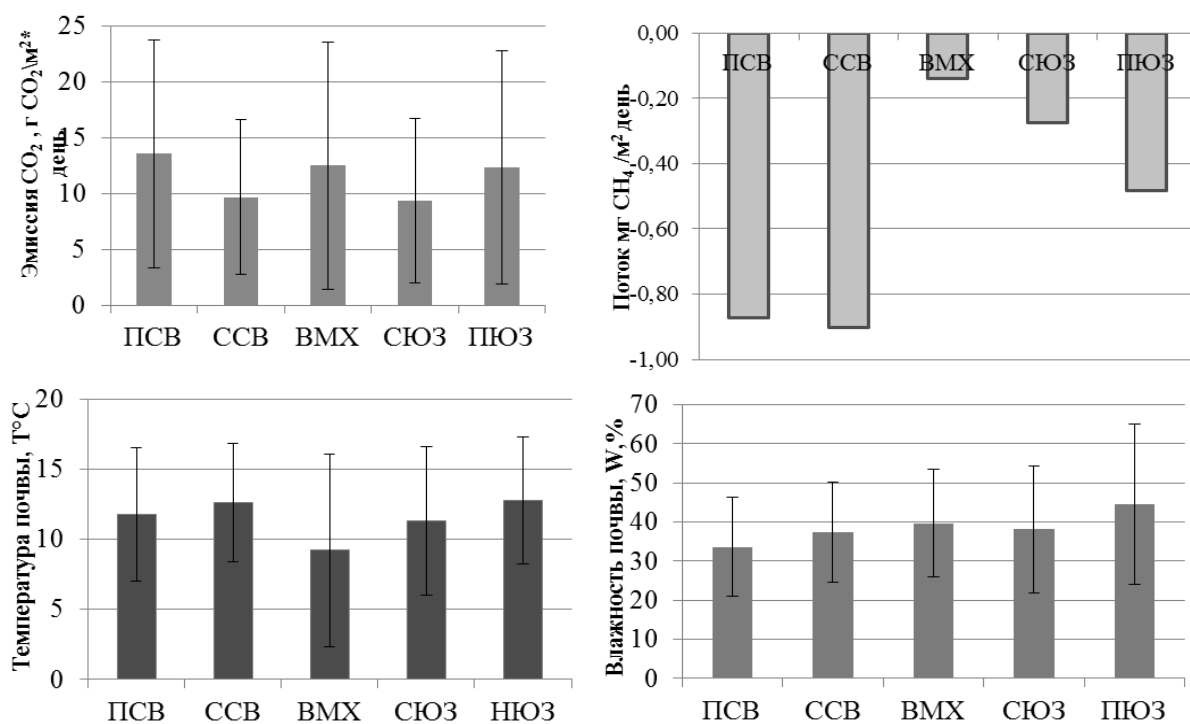


Рисунок 1. Сравнительная оценка среднесезонных потоков CO_2 и CH_4 , температуры и влажности почвы ключевых участков мониторинга ЛОД.

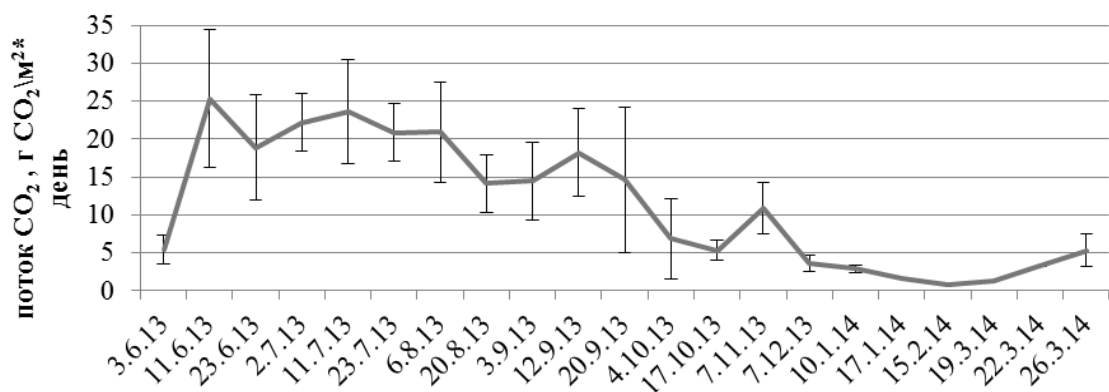


Рисунок 2. Сезонная динамика эмиссии CO_2 лесными дерново-подзолистыми почвами.

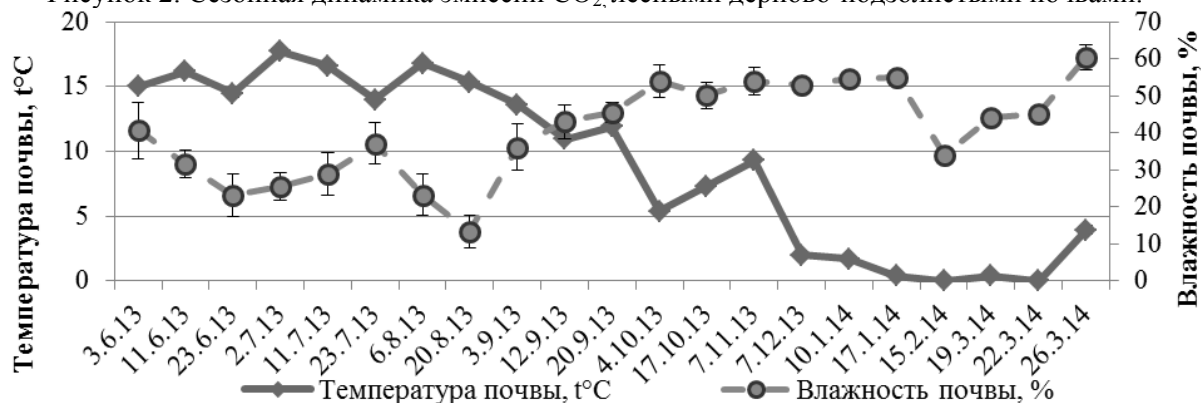


Рисунок 3. Сезонная динамика температуры и влажности лесных дерново-подзолистых почв.

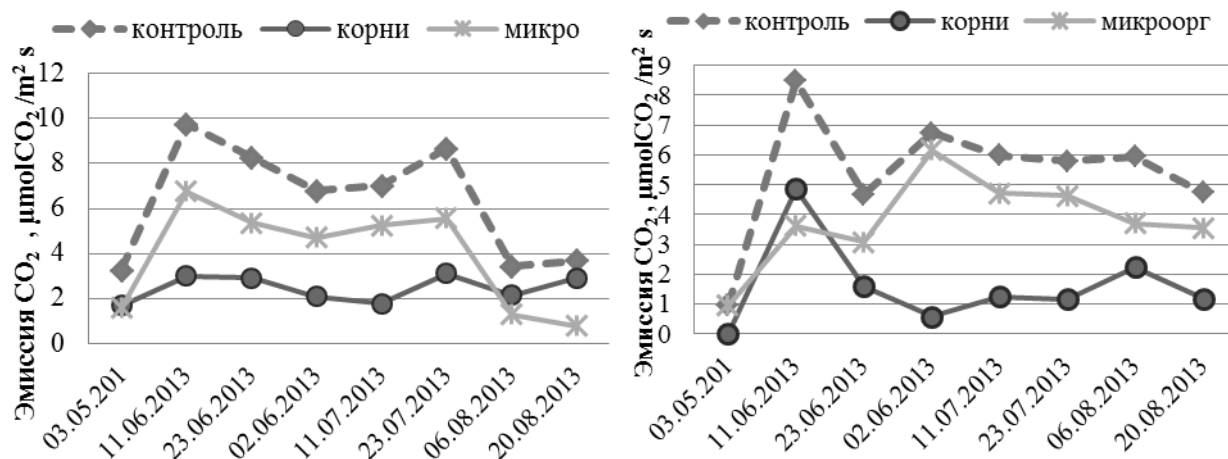


Рисунок 4. Динамика эмиссии CO_2 с учетом разделения на корневое и микробное дыхание, слева ключевой участок ПСВ, справа В.

Одним из ключевых моментов исследования является разделение почвенного дыхания на составляющие. В этом году разделение проводилось на двух участках, располагающихся в контрастных условиях рельефа: вершина холма и подошва северо-восточного склона (рис. 4).

Вклад корней в общее дыхание на участке ПСВ составляет 29.7 %, в то время как на В 38.6 %. Такая разница вызвана различиями участков в характере распространения напочвенной растительности. Ключевой участок ПСВ характеризуется преобладанием мертвопокровной поверхности с редким включением растительных парцелл, в то время как участок В характеризуется более развитым напочвенным покровом.

При оценке взаимосвязи между влажностью, температурой и почвенным дыханием. Было выявлено, что она неодинакова для разных компонентов. Так наиболее тесная взаимосвязь отмечается между микробным дыханием и температурой почвы – 0.8 (r) на ключевом участке ПСВ, для корневого дыхания 0.2. Для ключевого участка на вершине холма значимой корреляции не обнаружено.

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования выявили наличие пространственной неоднородности и сезонной динамики почвенных потоков парниковых газов, а так же определяющих их факторов – температуры и влажности почвы.

Наиболее влажными почвами характеризуются участки склона ЮЗ экспозиции, разница с СВ склоном в отдельные периоды времени может достигать 40 % (например в ранневесенний период, после снеготаяния). Так же ЮЗ склон является более теплым.

По величине почвенного потока CO_2 участки можно разделить на две группы: склоны обеих экспозиций (ССВ и СЮЗ) и вершина холма с подошвами склонов обеих экспозиций.

Основным фактором, определяющим почвенный поток CO_2 является влажность почвы, (коэффициент корреляции = 0.81). Выявлена так же заметная взаимосвязь с влажностью почвы (коэф. кор. = -0.45), которая носит обратный характер в связи с подверженностью почв переувлажнению.

Почвы всех исследуемых участков являются стоком для метана, в среднем по сезону величина которого колеблется от 0.2 до 0.9 $\text{мг/м}^2 \cdot \text{день}$. Способность поглощать метан является важной экосистемной функцией почв лесных экосистем в черте города.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Pickett T.A., M.L. Cadenasso, J.M. Grove, Christopher G. Boone, Peter M. Groffman, Elena Irwin, Sujay S. Kaushal, Victoria Marshall, Brian P. McGrath, C.H. Nilon, R.V. Pouyat, Katalin Szlavecz, Austin Troy, Paige Warren. Urban ecological systems: Scientific foundations and a decade of progress // J. of Environmental Management 92 (2011) 331–362.*
2. *Курбатова А.С., Башкин В.Н., Баранникова Ю.А., Герасимова С.Г., Никифорова Е.В., Решетина Е.В., Савельева В.А., Савин Д.С., Смагин А.В., Степанов А.Л. Экологические функции городских почв. М. – Смоленск: Маджента, 2004. 232 с.*
3. *Кудеяров В.Н., Заварзин Г.А., Благодатский С.А., Борисов А.В., Воронин П.Ю., Демкин В.А., Демкина Т.С., Евдокимов И.В., Замолотчиков Д.Г., Карелин Д.В., Комаров А.С., Курганова И.Н., Ларионова А.А., Лопес де Гереню В.О., Уткин А.И., Чертов О.Г. Пулы и потоки углерода в наземных экосистемах России. М.: Наука. 2007. 315 с.*
4. *Букварева Е.Н. Роль наземных экосистем в регуляции климата и место России в посткиотском процессе. Товарищество научных изданий КМК. 2010. 97 с.*
5. *Звягинцев Д.Г., Добровольская Т.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М., Лысак Л.В. Роль микроорганизмов в биогеоценотических функциях почв. «Структурно-функциональная роль почвы в биосфере». М.: Геос. 1999. 278 с. С. 113–121.*
6. *Потоки и пулы углерода в наземных экосистемах России / В.Н. Кудеяров, Г.А. Заварзин, С.А. Благодатский, А.В. Борисов, П.Ю. Воронин, В.А. Демкин, Т.С. Демкина, И.В. Евдокимов, Д.Г. Замолотчиков, Д.В. Карелин, А.С. Комаров, И.Н. Курганова, А.А. Ларионова, В.О. Лопес де Гереню, А.И. Уткин, О.Г. Чертов // отв.ред. Г.А. Заварзин М.: Наука, 2007. 315 с.*
7. *Смагин А.В. Газовая фаза почв. – М: Изд-во МГУ. 2005 – 301 с.*

Работа рекомендована д.б.н., проф. И.И. Васеневым.

УДК 631.4

К ВОПРОСУ О КЛАССИФИКАЦИИ ГОРОДСКИХ ПОЧВ

М.К. Захарова

Санкт-Петербургский государственный университет, 123masha123@mail.ru

В соответствии с различными классификационными системами России и WRB диагностирована почва одного из газонов Санкт-Петербурга. Определено классификационное положение 45 объектов из атласа «Technogenic soil atlas».

ВВЕДЕНИЕ

Современное почвоведение сегодня трудно представить без разделов изучающих антропогенно-преобразованные и антропогенно-созданные почвы. Почвы города формируются под прямым и косвенным воздействием человека, который изменяет почвенный профиль путем перемешивания горизонтов, привнесения чужеродного материала, загрязнения или изменения условий почвообразования. Почва города, как любой природный объект, должна быть названа и классифицирована.

В настоящее время в России нет единой общепринятой классификации городских почв, что создаёт трудности для их картографирования, изучения и использования.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на территории города Санкт-Петербурга в Невском районе. Разрез был заложен в 5 метрах от края проезжей части Шлиссельбургского проспекта. За несколько месяцев до нашего исследования на данной территории проходили рабо-

ты по замене коммуникаций, в результате чего был искусственно привнесён верхний гумусовый горизонт. Так как весь почвенный профиль очень неоднороден образцы для анализа были отобраны через каждые 10 см.

Кроме этого нами было определено классификационное положение 45 почвенных объектов из Атласа «Technogenic soil atlas» [6].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследования было выявлено, что профиль городской почвы неоднороден по цвету и составу. Верхний (насыпной) горизонт мощностью 1 см чёрного цвета значительно отличается от нижележащей толщи по структуре и свойствам (табл. 1). Он рыхлый, имеет комковатую структуру, мажет руки. Наблюдается бурное вскипание от HCl. Нижележащая толща состоит из фрагментов оглеенной породы, бывшего гумусового горизонта, антропогенных включений. Из них выявлены: части асфальтовой массы, кирпичей, гудрона, цветные стёкла небольшого размера, обрывки плёнки и кусочек обёртки кондитерского изделия. Процент антропогенных включений изменяется с глубиной. Он минимален (0.19) в верхнем и имеет максимум (8.90) на глубине от 10 до 20 см. Среднее содержание по профилю, от массы образцов взятых для анализа, составляет 3.7 %.

Таблица 1. Аналитические характеристики образцов, отобранных из изучаемого разреза.

Глубина, см	Антропогенные включения, масс. %	Гумус, %	ГВ, %	pHвод.	pHсол.
0–1	0.19	25.42*	5.03	7.94	7.27
1–10	8.62	3.34	0.86	7.76	7.06
10–20	8.90	2.43	0.86	8.12	7.24
20–30	8.21	2.72	0.94	7.69	7.10
30–40	5.50	1.95	0.78	7.69	7.26
40–50	2.24	1.99	0.80	7.68	7.14
50–60	3.85	2.21	1.80	7.68	7.21
60–70	2.38	2.33	0.86	7.73	7.21
70–80	2.73	2.54	0.86	7.70	7.26
70–80**	8.83	12.68	2.81	6.40	6.06
90–100	0.71	0.60	0.60	7.57	7.02

Примечание: ГВ – гигроскопическая влажность; * – потеря при прокаливании; ** – фрагмент гумусового горизонта.

Рассмотрим положение данной почвы в разных классификационных системах.

В «Классификации и диагностике почв СССР» (1977) [3] подобные почвы не рассматриваются. В «Классификации и диагностике почв России» (2004) [2] антропогенно-преобразованные почвы рассматриваются на различных таксономических уровнях – от отдела до подтипа. Однако диагностировать исследованную почву газона Санкт-Петербурга в соответствии с этой классификацией мы не смогли.

В авторских классификациях почв города Москвы [5] значительное внимание уделено количеству антропогенных включений. Их содержание в предложенном для диагностики горизонте урбик (гумусово-аккумулятивной природы, мощностью более 5 сантиметров, формирующийся на поверхности преимущественно из постепенно накапливающегося и перерабатываемого материала в процессе урбогенеза) должно составлять не менее 10 %. Таким образом, малый процент антропогенных включений в гумусовом горизонте (0,19 %) а также его малая мощность (1 см) не позволяет нам отнести его к горизонту «урбик», а исследованную почву к урбаноземам.

В системе WRB [4] выделена целая реферативная группа почв - Technosols, в которой морфологический облик и свойства почв значительно изменены человеком. Для отнесения к этой группе почв изученного нами профиля в нем должно быть не менее 20 % антропогенных включений. В исследуемой почве среднее содержание антропогенных

включений в метровой толще составляет 3.7 %, и, таким образом, она не может быть диагностирована как Technosol.

В классификации почв г. Санкт-Петербурга [1] выделяются интродуцированные почвы. Строение исследуемого нами почвенного профиля соответствует типу интродуцированных пелоземов (RW-D), для которых характерно наличие интродуцированного маломощного до 5 см горизонта, имеющего резкую нижнюю границу с находящимся под ним суглинистым минеральным субстратом – подстилающей породой (D).

На более низком таксономическом уровне на уровне подтипа по характеру подстилающей толщи рассматриваемая почва урбонасыпная. Таким образом, полное название почвы газона одного из проспектов Санкт-Петербурга - интродуцированный пелозем урбонасыпной.

Помимо почвенного профиля, характерного для условий Санкт-Петербурга, было проанализировано классификационное положение 45 объектов из Атласа «Technogenic soil atlas» [6] (табл. 2).

Несмотря на то, что почвы из атласа достаточно сильно различаются по строению, мощности профиля, количеству антропогенных включений и условиям почвообразования все объекты этого атласа по WRB отнесены авторами к одной реферативной группе Техносолей. В эту группу включены как техногенные образования, не имеющие какого либо плодородного слоя, так и почвы с мощным гумусовым горизонтом и почвы начального этапа почвообразования. При анализе данных мы уделяли большое внимание мощности почвенного профиля, количеству органического вещества (гумуса), границе перехода верхнего горизонта в нижележащий горизонт, характеру подстилающей толщи, проценту антропогенных включений.

Большинство объектов атласа – это Ekranic Technosol – естественные или антропогенно-преобразованные почвы, перекрытые асфальтом или слоем из искусственного плотного материала, например плиткой. Такие объекты стоит рассматривать как погребённые почвы по классификации [1] (15 объектов)) или как экранозёмы по классификации [5] (22 объекта)). К этой же группе относятся слоистые искусственные образования, состоящие из индустриального мусора, породы, гравия и т.д. и не имеющие плодородного слоя и с нашей точки зрения не являющиеся почвами (8 объектов). Семь объектов с нашей точки зрения являются первичными почвами, формирующимися на стенах разрушенных зданий и крышах бывших жилых домов. Техносоли, имеющие привнесённый гумусовый горизонт (13 объектов) были диагностированы в соответствии с авторскими классификациями как интродуцированные [1] или как культурозём и урбанозём [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Апарин Б.Ф., Сухачева Е.Ю.* Почвенный покров Санкт-Петербурга: «Из тьмы лесов и топи блат» к современному мегаполису». Биосфера. Том 5. № 3. С. 327–352.
2. *«Классификация и диагностика почв России».* Авторы и составители: Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Смоленск: Ойкумена, 2004. 235 с.
3. *«Классификация и диагностика почв СССР».* М.: Колос, 1977. 224 с.
4. *«Мировая коррелятивная база почвенных ресурсов: основа для международной классификации и корреляции почв».* Сост. В.О.Таргульян, М.И.Герасимова. Москва. Товарищество научных изданий КМК. 2007. 278 с.
5. *Прокофьева Т.В., Мартыненко И.А., Иванников Ф.А.* «Систематика почв и почвообразующих пород Москвы и возможность их включения в общую классификацию» Почвоведение. 2011. № 5. С. 611-623.
6. *P. Charzyński, M. Markiewicz, M. Świtoniak.* «Technogenic soil atlas». Polish Society of Soil Science. Torun, 2013.

Работа рекомендована к.б.н., доц. кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ Е.Ю. Сухачевой.

Таблица 2. Классификационное положение объектов из Атласа «Technogenic soil atlas».

Почва WRB	О.В., %	рН	Глубина верхнего горизонта, см	Вид/процент антропогенных включений		Граница / переход верхнего горизонта в нижележащий	Название почвы по авторским классификациям	
				в верхнем горизонте, %	по всему профилю, % на горизонт		Апарин Б.Ф и Сухачева Е.Ю. [1]	Прокофьева Т.В., Мартыненко И.А., Иванников Ф.А. [5]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Technogenic soils in Clujnapoca								
Ekranic Technosol			0–20	асфальт	несколько артефактов	резкий, ровная	Непочвенное образование	Экранозём
Linic Technosol	7.03	7.1	0–(1–3)	—»—	асфальт	резкий, ровная	Интродуцированный пелозём	Нет
Linic Technosol	4.84	7.2	0–(1–4)	—»—	асфальт	резкий, ровная	Петрозём	Нет
Linic Technosol	10.40	8.0	0–(2–3)	—»—	кирпич	резкий, ровная	Петрозём	Нет
Linic Technosol	0.45	7.7	0–(3–5)	—»—	кирпич	резкий, ровная	Петрозём	Нет
Linic Technosol	1.88	7.4	0–(3–7)	—»—	кирпич	резкий, ровная	Петрозём	Нет
Protofolic Linic Technosol	25.8	6.8	0–(5–7)	—»—	кирпич	резкий, ровная	Петрозём	Нет
Linic Technosol	1.52	7.6	0–(1–4)	—»—	кирпич	резкий, ровная	Петрозём	Нет
Linic Technosol	9.58	7.7	0–(3–5)	—»—	кирпич	резкий, ровная	Петрозём	Нет
Urbic Ekranic Technosol			0–5	асфальт	13.3	резкий, ровная	Непочвенное образование	Экранозём
Technogenic soils in Debrecen								
Ekranic Technosol			0–15	плитка и гравий	несколько артефактов	резкий, ровная	Непочвенное образование	Экранозём
Ekranic Technosol			0–15	плитка и гравий	несколько артефактов	резкий, ровная	Погребённая почва	Экранозём
Ekranic Technosol			0–20	плитка и гравий	несколько артефактов	резкий, заметная	Погребённая почва	Экранозём
Ekranic Thaptomollic Luvic Technosol			0–15	плитка и гравий	несколько артефактов	резкий, чёткая	Погребённая почва	Экранозём
Ekranic Thaptomollic Luvic Technosol			0–35	бетонная плита	—»—	резкий, ровная	Погребённая почва	Экранозём

Таблица 2. Продолжение.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Technogenic soils in Debrecen								
Urbic Technosol	0.35	7.2	0–32	несколько артефактов	несколько артефактов	резкий	Интродуцированная светлогумусовая	Нет
Urbic Ekranic Technosol			0–20	бетонная плита	13.6	резкий, ровная	Погребённая почва	Экранозём
Urbic Technosol	1.91	7.8	0–20	4	12.6	ясный, ровная	Интродуцированная серогумусовая урбослоистая	Нет
Urbic Technosol	1.90	7.1	0–20	3	37.6	ясный, ровная	Интродуцированная серогумусовая	Нет
Ekranic Technosol			0–6	плитка и гравий	3.6	резкий, ровная	Погребённая почва	Экранозём
Urbic Ekranic Technosol				плитка и гравий	57.5	заметный	Погребённая почва	Экранозём
Urbic Technosol	2.16	6.1	0–24	—»—	31.0	ясный, ровная	Интродуцированная серогумусовая урбослоистая	Культурозём
Technogenic soils in Slovakia								
Spolic Technosol	1.91	7.2	0–2	15.0	28.0	ясный	Серогумусовая интродуцированная	Урбанозём
Urbic Technosol	0.96	7.4	0–20	40.0	41.2	резкий	Серогумусовая интродуцированная	Урбанозём
Spolic Technosol			0–20	—»—	12.3	ясный		
Ekranic Spolic Technosol			0–10	MgCO ₃	31.5		Погребённая почва	Экранозём
Garbic Gleyic Technosol	0.95	6.8	0–20	30.0	30.0	ясный	Интродуцированная светлогумусовая	Урбанозём

Таблица 2. Продолжение.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Technogenic soils in Szczecin								
MollicUrbicTechnosol	1.07	7.6	0–35	50.0	22.0	ясный	Интродуцированная серогумусовая стратифицированная	Урбанозём
Urbic Ekranic Technosol			0–20	уголь, фундамент, гравий			Погребённая почва	Экранозём
Technic Phaeozem	4.49	7.4	0–30	много артефактов	несколько артефактов	постепенный	Интродуцированная серогумусовая урбослоистая	Нет
Technic Arenosol	1.48	7.5	0–15	несколько артефактов	много артефактов	ясный	Интродуцированная серогумусовая	Культурозём
Technogenic soils in Toruń								
Ekranic Technosol			0–11	песок	—»—	чёткая	Погребённая почва	Нет
Urbic Technosol	1.49	7.2	0–30	много артефактов	26.6	ясный	Интродуцированная серогумусовая урбослоисто-гумусовая	Урбанозём
Ekranic Technosol			0–53	—»—	—»—	постепенный	Погребённая почва	Экранозём
Ekranic Technosol			0–60	—»—	3.8	постепенный	Погребённая почва	Экранозём
Urbic Ekranic Technosol			0–15	—»—	очень много артефактов	резкая	Непочвенное образование	Экранозём
Urbic Ekranic Technosol			0–15	—»—	очень много артефактов	постепенный	Непочвенное образование	Экранозём
Urbic Ekranic Technosol			0–18	—»—	много артефактов	постепенный	Непочвенное образование	Экранозём
Ekranic Technosol			0–5	плитка	—»—	резкий, ровная	Погребённая почва	Экранозём
Ekranic Technosol			0–8	асфальт	—»—	резкий, ровная	Погребённая почва	Экранозём
Technogenic soils in Zielona Góra								
Hortic Anthrosol	5.3	6.0	0–5	1	1	ясный	Интродуцированный пелозем	Нет
Urbic Ekranic Technosol			0–12	цемент	10.0	резкий, ровная	Непочвенное образование	Экранозем
Ekranic Technosol			0–8	асфальт	6.6	резкий, ровная	Непочвенное образование	Экранозём
Ekranic Technosol			0–10	асфальт	12.5	резкий, ровная	Погребённая почва	Экранозём
Technic Gleyic Podzol	5.79	7.4	0–15	40.0	7.1	ясный	Стратифицированный подзол	Урбанозём

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОТОКОВ CO_2 С НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЭКОСИСТЕМ ЮЖНОЙ ТАЙГИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Д.Г. Иванов, А.С. Иванов, Ю.А. Курбатова

РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова, Москва

Работа по изучению пространственно-временной изменчивости потоков CO_2 с напочвенного покрова была выполнена в летне-осенние периоды 2012–2013 гг. в четырех экосистемах Центрально-Лесного заповедника (Тверская обл.). Были исследованы основные факторы, влияющие на поглощение и эмиссию CO_2 – температуры почвы и воздуха, уровень грунтовых вод и влажность почвы и величина их влияния в зависимости от нанорельефа и уровня гидроморфизма экосистем.

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия во всем мире проявляется повышенный интерес к глобальному изменению климата и связанным с ним процессам, влияющим не только на природные процессы, но и на жизнь человека в целом. По мнению многих ученых основное влияние на изменение климата оказывают парниковые газы (CO_2 , H_2O , CH_4 , N_2O и др.), ограничивающие теплообмен между Землей и космосом, что влечет за собой постепенный нагрев ее поверхности.

Повышенное внимание при рассмотрении этих вопросов уделяется в большей части антропогенным экосистемам. Однако природные экосистемы также играют большую роль в обмене парниковых газов, поскольку, в отличие от антропогенных, естественные экосистемы способны к долгосрочному депонированию парниковых газов. Так, например, органическое вещество почвы и торф являются устойчивым пулом углерода и азота.

Существуют различные методики анализа потоков парниковых газов и сопутствующих факторов, главной целью которых, является моделирование их пространственно-временной изменчивости на больших территориях с различными экосистемами и возможная оценка их влияния на глобальное изменение климата.

Данная работа является составной частью регионального мониторинга эмиссии парниковых газов и в последующем, полученные данные будут использоваться для регионального прогнозирования динамики потоков парниковых газов Центрального региона Российской Федерации.

Цель работы состоит в оценке пространственно-временной изменчивости потоков CO_2 с напочвенного покрова в лесных и болотных экосистемах южной Европейской тайги.

Задачами работы являются оценка зависимости потоков CO_2 от внешних факторов в экосистемах различного уровня гидроморфизма и дальнейшая экстраполяция полученных данных на другие подобные территории с целью подсчета суммарной эмиссии CO_2 в экосистемах южной Европейской тайги.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в летне-осенние сезоны 2012–2013 гг. на территории Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника в Тверской области. Для работы были выбраны 4 участка, различающиеся по степени гидроморфизма:

- Ельник неморальный (ЕН) на дерново-палево-подзолистой почве;
- Ельник сфагново-черничный (ЕСЧ) на торфянисто-подзолистой почве;
- Сосняк осоково-сфагновый (СОС) на торфяно-подзолистой почве;
- Верховое болото на верховая болотная почва.

Эти участки располагаются на разных элементах рельефа и различаются растительным и почвенным покровом.

Сущность исследования интенсивности потоков парниковых газов заключается в регистрации изменений концентрации этих газов внутри специальных камер. Измерение этого параметра различными методами. Итоговым результатом служит расчет локальных потоков парниковых газов с почвенного покрова.

В ходе работы были применены 2 типа камер.

1. В 2012 г. использовалась кубическая прозрачная пластиковая камера с размерами ребер 40 см ($V = 0.064 \text{ м}^3$). Куб был оснащен вентилятором, обеспечивающим циркуляцию воздуха внутри и газоанализатором SenseAir (SenseAir Inc. Sweden). Камера устанавливалась на металлическое основание, врезанное в почву на 10 см. Для определения баланса углерода в данной экосистеме необходимо знать интенсивность эмиссии углекислого газа при дыхании и активность его поглощения при фотосинтезе. Для этого проводились измерения, как прозрачным кубом, так и накрытым серебристым (для снижения нагревания) светонепроницаемым чехлом.

2. В 2013 для измерения потоков CO_2 использовался специальный инфракрасный газоанализатор Li-820 (Li-Cor Inc., USA), соединенный с цилиндрической пластиковой непрозрачной камерой диаметром 20 см и высотой 16 см ($V = 0.05 \text{ м}^3$), а также вентилятором, датчиками давления и температуры.

Кроме того параллельно измерялась температура почвы и воздуха около камеры, а также уровень грунтовых вод и влажность почвы (в ельнике неморальном).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Верховое болото является самой гидроморфной экосистемой из всех рассматриваемых в этой работе, поэтому грунтовые воды здесь определяют все основные процессы, проходящие в почве. Большую роль здесь также играет нанорельеф, который, в свою очередь, увеличивает или уменьшает влияние грунтовых вод на растительность и микроорганизмы. Основными фациями здесь являются грядово-мочажинный комплекс в центральной и низкорослые заболоченные сосняки (рямы) в периферийной части болота.

В 2012 рассматривался только грядово-мочажинный комплекс, а в 2013 также и заболоченные сосняки в южной и северной части болота.

Поскольку уровень грунтовых вод на болоте самый высокий по сравнению со всеми участками, то дыхание корней и микроорганизмов на грядах и, в особенности, на мочажинах, где уровень воды часто находится выше поверхности сфагноума, ингибируется анаэробными условиями, что сильно снижает его интенсивность. Фотосинтез же менее подвержен влиянию повышенного уровня воды и сильно превышает дыхание, хотя в то же время коэффициенты корреляции все равно остаются довольно высоким (табл. 1).

На протяжении всего летнего периода 2012 г. здесь идет преобладание депонирования CO_2 над эмиссией, что обеспечивает отрицательный баланс углерода. Несмотря на высокий уровень грунтовых вод, наибольшее влияние оказывают температуры почвы и воздуха и в большей части на дыхание, чем на фотосинтез (табл. 1). Величина эмиссии CO_2 на грядах и мочажинах за 2 года наблюдений практически не изменилась. В 2013 г. потоки на грядах и рямах статистически не различались, а на мочажинах были почти 1.5–2 раза меньше в связи с большим ингибирующим воздействием высокого уровня грунтовых вод и создания анаэробных условий во всем профиле торфа. Из этого следует, что верховое болото является крайне важным элементом в круговороте углерода Европейской части России, обеспечивая его длительное хранение.

Сосняк осоково-сфагновый расположен рядом с ельником сфагново-черничным, однако условия в этих экосистемах сильно различаются. В первую очередь это связано с освещенностью и уровнем грунтовых вод. Данная экосистема занимает промежуточную экологическую позицию ельником сфагново-черничным и верховым болотом и рядом гидроморфизма. Исследования на этой территории проводились только в 2012 году.

Как и на верховом болоте, в сосняке осоково-сфагновом, при хорошей освещенности и высокого уровня грунтовых вод, фотосинтез заметно преобладает над дыханием, вследствие чего, на протяжении всего летнего периода баланс остается отрицательным, т.е. депонирование преобладает над эмиссией. Однако осенью, вследствие пониженных температур и естественных физиологических процессов, интенсивность фотосинтеза и растений сильно падает, и баланс становится положительным. Также можно заключить, что на протяжении всего летнего периода данная экосистема является стоком углерода, поскольку высокий уровень грунтовых вод ингибирует дыхание, а небольшая сомкнутость кроны обеспечивает активный фотосинтез травяно-кустарничкового и мохового ярусов (табл.).

Для изучения пространственно-временной изменчивости потоков углекислого газа в ельнике сфагново-черном кроме фона были выделены 5 подучастков, расположенных в различных частях ельника с различными условиями.

1. Молодой ельник в восточной части ЕСЧ;
2. Открытое пространство на месте старого ветровала около молодого ельника;
3. Фоновая точка в середине ЕСЧ;
4. Локальный вывал ели, образовавший окно в кроне
5. Граница между ЕСЧ и сосняком осоково-сфагновым.

При сравнении эмиссии CO_2 в 2012 и 2013 годах на фоне со средней эмиссией ельника сфагново-черничного видно, что значение эмиссии в 2013 году значительно ниже, чем в 2012. Возможно, это объясняется разностью в количестве осадков и колебаниями грунтовых вод в эти годы.

Довольно высокий уровень грунтовых вод, как один из основных факторов гидроморфизма, проявлял здесь меньшее влияние, по сравнению с остальными экосистемами что, видимо, связано с приспособленностью микроорганизмов и растений травяно-кустарничкового яруса к периодическим повышением уровня воды.

В целом, можно сказать, что, несмотря на значительную переувлажненность, затененность и бедность в отношении легкоразложимых растительных остатков и их видового разнообразия, интенсивность эмиссии углекислого газа в данной экосистеме довольно высокая.

Экологические условия в ельнике неморальном кардинально отличаются от всех остальных экосистем, рассмотренных в данной работе. Положение этого фитоценоза практически полностью автоморфное и признаки избыточного увлажнения здесь отсутствуют. Здесь нет сплошного мохового покрова и вследствие сильного развития подлеска и подроста, а также довольно высокой сомкнутости кроны, травянистый ярус довольно разрежен и образует открытые участки с лесной подстилкой.

Грунтовые воды в этом ельнике находятся глубже 1 м, поэтому их непосредственное влияние на потоки углекислого газа не проявляется. В тоже время дерново-палево-подзолистые почвы, типичные для данных типов экосистем, более обогащены элементами минерального питания и доступным органическим веществом в виде гумуса в верхней части почвы.

Как оказалось, здесь именно влажность почвы, наряду с температурами почвы и воздуха оказывает значительное влияние на дыхание почвы. Причем, в отличие от переувлажненных экосистем это влияние прямое, а не обратное, т.е. если в заболоченных экосистемах избыточная влажность, вызываемая высоким уровнем грунтовых вод и большой водоудерживающей способностью сфагнома, выступает в роли ингибитора дыхания корней и микроорганизмов, то в автоморфных условиях, где нередко почва довольно ощутимо высыхает, поступление воды с осадками увеличивает активность корней и микроорганизмов. Однако наибольшее влияние все же оказывает температура почвы, что, видимо, связано с отзывчивостью микроорганизмов и корней на прогревание почвы, поскольку в ельнике неморальном она не закрыта сфагнумом. Коэффициент корреляции между дыханием и температурой воздуха примерно такой же, как у влажности почвы. Также он при-

близительно равен коэффициентам корреляции температуры воздуха на хорошо освещенных и наименее переувлажненных подучастках ельника сфагново-черничного, на остальных подучастках ЕСЧ они значительно ниже (табл.).

По данному участку можно заключить, что здесь отсутствует непосредственное влияние грунтовых вод и наоборот периодически наблюдается их недостаток, что значительно влияет на дыхание. Кроме того, лучшая прогреваемость почвы позволяет активизироваться микроорганизмам и корням. Вместе с тем, содержание в почве доступного органического вещества в виде легкоразложимого опада листовых пород и травянистых растений увеличивает активность разложения и выделение углекислого газа наравне с ельником сфагново-черничным.

Таблица. Значения депонирования и эмиссии CO₂, а также коэффициенты корреляции потоков с основными внешними факторами в 2012–2013 гг.

Экосистема	Подучастки	Поток, мгСО ₂ /м ² ·ч	Среднее, мгСО ₂ /м ² ·ч	Т почвы, °C (R)	Т возд. °C (R)	УГВ, см / W, % (R)
Депонирование СО ₂ в 2012 г.						
ЕСЧ	Фон	295.7±42	295.7±42	0.55	0.68	−0.06
Сосняк осоково-сфагновый		670.3±116	670.3±116	0.66	0.71	−0.26
Верховое болото	Гряды	791±122	683.2±88	0.74	0.77	−0.73
	Мочажины	570.2±114		0.93	0.96	−0.45
Эмиссия СО ₂ в 2012 г.						
ЕСЧ	Фон	859.8±132	859.8±132	0.54	0.70	−0.32
Сосняк осоково-сфагновый		484.2±117	484.2±117	0.46	0.49	−0.72
Болото	Гряды	568.3±42	403.8±66	0.73	0.73	−0.72
	Мочажины	255.7±38		0.94	0.97	−0.48
Эмиссия СО ₂ в 2013 г.						
Ельник неморальный		813.3±79	813.3±79	0.69	0.86	0.65 (W%)
ЕСЧ	Молодой ельник	747.8±59	749±79	0.68	0.65	−0.11
	Вывал	743±75		0.85	0.89	0.16
	Фон	642.2±72		0.26	0.50	−0.4
	Окно	1065.3±123		0.44	0.61	−0.2
	Граница с СОС	547.7±84		0.37	0.63	−0.43
Верховое болото	Гряды	551.3±38	462.4±23	0.86	0.79	−0.12
	Мочажины	291.7±39		0.87	0.85	−0.15
	Рям №1	488.3±36		0.52	0.49	−0.48
	Рям №2	518.4±49		0.88	0.78	−0.15

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследований потоков углекислого газа в четырех различных по гидроморфизму экосистемах удалось установить, что доля влияния основных динамических факторов среды (температуры почвы и воздуха, уровня грунтовых вод и влажности почвы) различна.

Так в наиболее переувлажненных участках (мочажины, сосняк осоково-сфагновый) уровень грунтовых вод оказывает наибольшее влияние, снижающее как активность дыхания, так и фотосинтеза. В менее переувлажненных условиях (гряды, рям, ельник сфагново-черничный) возрастает влияние температур почвы и воздуха и достигает максимума на полностью открытых участках гряд, где охлаждение и прогревание почвы и воздуха проявляется более контрастно.

При общем сравнении интенсивности дыхания во всех исследованных экосистемах (рис.) можно заключить, что потоки в ельниках сильно превосходят потоки на верховом болоте и сосняке, поскольку, с одной стороны дыхание меньше подавляется грунтовыми водами, с другой, из-за значительной сомкнутости кроны, активность фотосинтеза здесь снижена и лишь малая часть выделившегося с напочвенного покрова углекислого газа поглощается растениями.

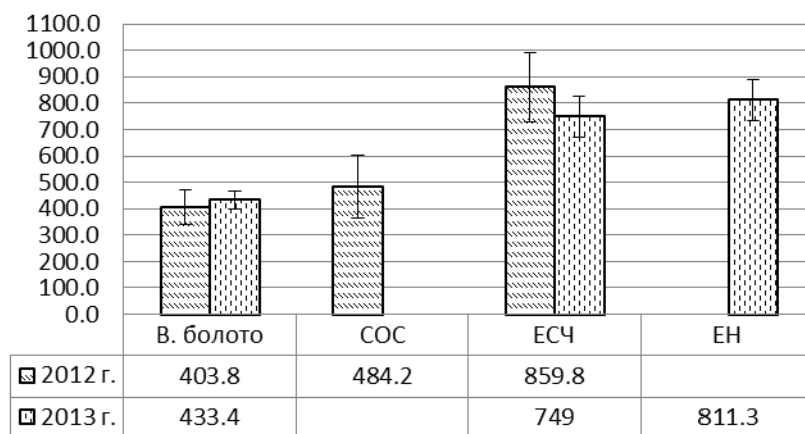


Рисунок. Общее сравнение средних значений дыхания за летний период в 2012–2013 гг.

По гистограмме эмиссии CO_2 (рис.) нельзя полностью утверждать, что в ряду уменьшения гидроморфизма экосистем интенсивность дыхания возрастает, поскольку статистически эмиссия в ЕСЧ и ЕН равна, однако в тоже время проявляется значительный контраст значений эмиссии как внутри экосистем, так и между ними.

В итоге можно сделать вывод, что напочвенный покров в таких гидроморфных экосистемах как верховое болото и сосняк осоково-сфагновый является стоком углерода в летний период, а в еловых экосистемах источником углерода. Однако стоит заметить, что напочвенный покров является лишь частью лесного фитоценоза и при анализе всей экосистемы в целом баланс углерода в отдельные периоды может быть как положительным, так и отрицательным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Варлагин А.В., Выгодская Н.Н., Курбатова Ю.А., Широная И.В., Широная Н.В., Шульце Э.-Д. Многолетняя динамика составляющих энерго-массообмена между атмосферой и лесными экосистемами // Труды Центрально-лесного государственного природного биосферного заповедника. – Т. 6. – ООО Великолукская городская типография Великие Луки, 2012. – С. 71–80.
2. Заварзин Г.А., Кудеяров В.Н. Почва как главный источник углекислоты и резервуар органического углерода на территории России // Вестник Российской Академии Наук. 2006. Т. 76. №. 1. С. 14–29.
3. Исаев А.С., Коровин Г.Н. Углерод в лесах Северной Евразии // Круговорот углерода на территории России / Под ред. Н.П. Лаверова и Г.А. Заварзина. М., 1999. С. 63–95. (НТП «Глобальные изменения природной среды и климата». Избр. науч. тр.).
4. Кудеяров В.Н., Заварзин Г.А., Благодатский С.А. Пулы и потоки углерода в наземных экосистемах России // М.: Наука, 2007. – 315 с.
5. Курбатова Ю.А. Варлагин А.В., Авилов В.К., Татаринов Ф.А., Молчанов А.Г., Шалухина Н.В., Широная И.И., Лопес де Гереню В.О. Потоки CO_2 из почвы в еловых экосистемах Центрального-Лесного заповедника // Труды Центрально-лесного государственного природного биосферного заповедника. – Т. 6. – ООО Великолукская городская типография Великие Луки, 2012. – С. 62–70.

Работа рекомендована к.б.н. Ю.А. Курбатовой.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕРОДА
ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ПОЧВАХ

О.С. Кубик

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт биологии Коми научного центра УрО РАН, kubik-olesia@yandex.ru

Предложены инструментальные способы определения общего углерода водорастворимых органических соединений почв. Первый способ – дихроматометрический метод с фотометрическим окончанием на анализаторе жидкости Флюорат-02, расхождение значений результатов анализа, полученных данным способом и методом и.в. Тюрина, незначимо. Второй прием – высокотемпературное каталитическое окисление на анализаторе общего углерода ТОС VСРН, обеспечивающий более жесткие условия окисления углерода, в связи с чем в ряде объектов результаты, превышают данные, полученные дихроматическим методом. Разработан новый способ анализа водных вытяжек почв на содержание низкомолекулярных водорастворимых органических соединений (НВОС) методом газо-жидкостной хроматографии совместно с хромато-масс-спектрометрией (ГХ/МС).

ВВЕДЕНИЕ

Значение и функции соединений углерода в почвообразовании определяются многообразием образуемых им соединений, среди которых наибольшую роль играют органические соединения. В состав водорастворимых органических соединений (ВОС) входят высокомолекулярные органические вещества – фульвокислоты, а также различные индивидуальные низкомолекулярные соединения (Орлов Д.С., 1992). Сформировавшись в поверхностном органогенном горизонте почвы ВОС, претерпевают многообразные физико-химические и биологические превращения при миграции в пределах профиля почвы, что, в конечном счете, определяет их состав и свойства. Эти соединения выполняют важнейшие экологические функции, участвуя в глобальном круговороте веществ, в частности в процессах почвообразования. Образование значительных количеств разнообразных водорастворимых органических соединений является особенностью целинных почв Европейского Севера.

В настоящее время остается актуальной проблема разработки новых приемов количественной оценки показателей почв, упрощающих реализацию поставленной задачи и обеспечивающих необходимую точность. При характеристике объектов окружающей среды исследователи зачастую ограничиваются интегральными показателями. К таким показателям относится и общее содержание углерода водорастворимых органических соединений, который традиционно определяют по методу И.В. Тюрина. Данная характеристика не раскрывает природы органических соединений, а способ ее определения трудоемок и неэкологичен.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Отбор проб почв проводили в северо-таежной подзоне, Троицко-Печорском районе Республики Коми. Почвы различаются степенью увлажненности: на вершине увала преобладают глееподзолистые (образец № 1), в понижении формируется торфянисто-подзолисто-глееватые (образцы № 2, 3). Все образцы взяты из органогенных горизонтов разной увлажненности и глубины. Номера образцов и их индексы приведены в таблице 1.

Целью работы было показать возможность использования различных физико-химических методов (дихроматометрический метод с фотометрическим окончанием, метод высокотемпературного каталитического окисления, метод газовой хроматографии и хромато-масс-спектрометрии (ГХ/МС)) для анализа водных вытяжек из почв на содержание углерода органических соединений – как общего, так и углерода индивидуальных органических соединений.

Таблица 1. Характеристика исследуемых образцов органогенных горизонтов почв.

№ образца	Почва	Индекс	Глубина, см	Результаты анализа образцов почвы на содержание углерода органических соединений				Контроль значимости расхождения результатов анализа		Значимость расхождения результатов анализа
				Измерения ХПК фотометрическим методом		Метод высокотемпературного каталитического окисления				
				Массовая концентрация углерода органических соединений в образце почвы	Относительная погрешность при $P = 0.95$ $\delta = 15 \%$	Массовая концентрация углерода органических соединений в образце почвы	Относительная погрешность при $P = 0.95$ $\delta = 20 \%$	Фактическое	Допустимое	
				$\rho_1(C_{орг}),$ г/дм ³	$\pm \Delta,$ г/дм ³	$\rho_2(C_{орг}),$ г/дм ³	$\pm \Delta,$ г/дм ³	K_ϕ	K_δ	
1	Глее-подзолистая	A0	0–5	0.344	0.052	0.510	0.102	0.166	0.114	знач.
2	Торфянисто-подзолисто-глееватая	O1	0–10	0.354	0.053	0.480	0.096	0.126	0.110	знач.
3		O2	10–18	0.429	0.065	0.620	0.124	0.191	0.140	знач.

Примечание: за фактическое расхождение (K_ϕ) принимают абсолютное значение разности двух результатов анализа; допустимое (K_δ) – равно суммарной погрешности двух измеренных значений содержания компонента.

1. *Определение содержания общего углерода водорастворимых органических соединений почв.* Первый способ – бихроматометрический (косвенный) метод с фотометрическим окончанием с использованием анализатора жидкости «Флюорат-02» (ПНДФ14.1.2:4 190-03). Измерение значений дихроматной окисляемости (химическое потребление кислорода) основано на регистрации фотометрическим методом уменьшения концентрации дихромат-ионов, происшедшего в результате взаимодействия этих ионов с органическими соединениями пробы в кислой среде при нагревании в присутствии серебряного катализатора. В ходе исследований показано, что расхождение значений общего углерода водорастворимых органических соединений почв, полученных методом И.В. Тюрина и косвенным методом незначимы (таблица 1). Таким образом, использование анализатора жидкости «Флюорат-02» возможно для решения данной задачи.

Второй прием – метод высокотемпературного каталитического окисления (ГОСТ Р 52991-2008). Содержание углерода органических соединений определяется по разности общего содержания углерода и углерода неорганических соединений. Окисление соединений углерода, находящихся в водных вытяжках почв, происходит при температуре от 550 до 1000 °С в присутствии кислорода или кислородсодержащего газа и катализатора до диоксида углерода (IV) и последующем определении общего и неорганического углерода с использованием детектора инфракрасного излучения. Установлено, что общая массовая концентрация углерода органических соединений в вытяжках исследуемых почв, определенных первым способом, составляет 0.344–0.429, вторым – 0.510–0.620 г/дм³ (таблица 1). В ряде объектов исследования оценка расхождений измеренных значений массовой доли органического углерода, полученных двумя методами, оказалась значима, причем содержание органического углерода, найденное методом высокотемпературного каталитического окисления в таких образцах всегда выше, по сравнению с дихроматометрическим. Связано это с тем, что метод высокотемпературного каталитического окисления обеспечивает более жесткие условия окисления углерода, что позволяет оценить содержание атомов углерода как в низко-, так и в высокомолекулярных органических соединениях (Воробьева Л.А., 1998).

2. *Определение содержания индивидуальных низкомолекулярных водорастворимых органических соединений почв выполнено методом ГХ/МС.* В качестве основы технологии пробоподготовки применяли схему А. Мюллера (Mülleretal, 2002), с небольшими изменениями. Исходная схема предполагала следующие этапы: экстракция кислот, сорбционное концентрирование, высушивание при температуре не более 40 °С, дериватизация, выполнение ГХ/МС-анализов. Отличительной особенностью пробоподготовки было силирование органических соединений (вместо метилирования) с целью получения термостабильных и пригодных для анализа триметилсилированных производных. Данный способ пробоподготовки повышает на порядок чувствительность определения соединений по сравнению с детектированием их в виде эфиров.

Идентифицированные соединения относятся к трем основным классам: спирты, углеводы и органические кислоты. Наибольшим разнообразием характеризуются органические кислоты, несколько ниже – углеводы и спирты. Определены: одна ароматическая, 11 алифатических кислот, 2 спирта и 6 углеводов. Массовая доля углерода идентифицированных соединений в разных образцах равна от 1 % до 25 %. Углеводы составляют около 50 % от общей массы идентифицированных соединений, кислоты и их производные – 30–45, спирты 5–11 % (таблица 2). Ранее было показано, что при сходстве литологического состава пород основным фактором формирования низкомолекулярных органических кислот почв являются: состав биоты и особенности ее функционирования. Взаимные связи между этими свойствами почв выявлены в пределах отдельных зон (подзон) в пространственных рядах, соответствующих различным стадиям деструкции растительных остатков и степени увлажнения почв (Шамрикова Е.В. и др., 2013, 2014).

Таблица 2. Содержание углерода органических соединений в водных вытяжках из образцов № 1–3.

№ образца	$\rho(C_{\text{нвос}})$, мг/дм ³			$\omega(C_{\text{нвос}})$, %			
	Органические кислоты	Спирты	Углеводы	Органические кислоты	Спирты	Углеводы	Сумма
1	27.023	8.962	51.189	7.9	2.7	14.8	25.4
2	22.373	5.723	22.342	6.3	1.7	6.3	14.3
3	20.015	0.216	2.244	0.5	0.1	0.5	1.1

Примечание: $\rho(C_{\text{нвос}})$ – массовая концентрация углерода обнаруженных водорастворимых органических соединений, $\omega(C_{\text{нвос}})$ – массовая доля углерода обнаруженных водорастворимых органических соединений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обоснованы новые приемы количественной оценки углерода водорастворимых органических соединений почв – как общего, так и углерода индивидуальных органических соединений.

Для определения общего углерода органических соединений могут быть применены дихроматометрический метод с фотометрическим окончанием на анализаторе жидкости «Флюорат-02» и высокотемпературный метод каталитического окисления на анализаторе общего углерода ТОС V_{СРН}. В обоих случаях все процедуры подготовки проб к измерению протекают в единственном плотно закрытом сосуде, что значительно сокращает время пробоподготовки и предотвращает внесение дополнительных погрешностей в результат анализа. Расхождение результатов анализа, полученных первым способом и методом И.В. Тюрина, незначимо. Второй прием обеспечивает более жесткие условия окисления углерода, в связи с чем, в ряде объектов результаты превышают данные, полученные дихроматическим методом, что вероятно связано с присутствием высокомолекулярных органических соединений. Поправочный коэффициент для таких объектов исследований составляет 1.3–1.5. Это следует учитывать при анализе объектов, содержащих трудноокисляемые соединения.

Экспрессное определение содержания индивидуальных органических соединений возможно методом газовой хроматографии и хромато-масс-спектрологии. Идентифицированы соединения трех классов: спирты, углеводы и органические кислоты (ароматические, алифатические, в том числе оксикислоты). Наибольшим разнообразием характеризуются органические кислоты, несколько ниже – углеводы и спирты. Массовая доля углерода идентифицированных органических соединений от общего содержания углерода водных вытяжек составляет от 1 до 25 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов Д.С. Химия почв: Учебник. М.: Изд-во Моск. ун-т, 1992. 399 с.
2. Воробьева Л.А. Химический анализ почв. М.: МГУ, 1998. 272 с.
3. ГОСТ Р 52991-2008. Вода. Методы определения содержания общего и растворенного органического углерода. М.: Стандартинформ, 2009. 12 с.
4. ПНДФ 14.1:2:4.190-03 Методика определения дихроматной окисляемости (ХПК) в пробах природных, питьевых и сточных вод фотометрическим методом с применением анализатора жидкости «Флюорат-02». М., 2003. 18 с.
5. Шамрикова Е.В., Груздев И.В., Пунегов В.В., Хабибуллина Ф.М., Кубик О.А. Водорастворимые низкомолекулярные органические кислоты в автоморфных суглинистых почвах тундры и тайги // Почвоведение, 2013. № 6. С. 691–697.
6. Шамрикова Е.В., Кубик О.А., Пунегов В.В., Груздев И.В. Влияние разнообразия биоты на состав низкомолекулярных водорастворимых органических соединений почв южной тундры // Почвоведение, 2014. № 3. С. 295–303.

7. Müller A., Düchting P., Weiler E.W. A multiplex GC-MS/MS technique for the sensitive and quantitative single-run analysis of acidic phytohormones and related compounds, and its application to *Arabidopsis thaliana* // *Planta*, 2002. V. 216. P. 44–56.

Работа рекомендована к.б.н., доц., зав. лаб. Е.В. Шамриковой.

УДК 631.10

СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ПОСТУПЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ОПАДА В ПОЧВЫ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЗАПОВЕДНИКА «ПАСВИК»

Ю.В. Куприянова

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
факультет почвоведения

Дана характеристика видового состава опада древостоя в исследуемых экосистемах заповедника. Проведен сравнительный анализ фракционного состава опада и его динамики в лесных экосистемах; Определено годовое и месячное поступление растительного опада в лесных экосистемах заповедника Пасвик.

ВВЕДЕНИЕ

Биогеоценотическое значение опада очень велико: от размеров поступления органического вещества на поверхность почвы, его химического состава и скорости минерализации зависят потенциальная продуктивность ценозов и характер современного почвообразования. Изучение опада и лесной подстилки началось давно. К этим вопросам проявлял интерес М.В. Ломоносов. В прошлом столетии немецкий ученый Э. Эбермайер опубликовал свой труд под названием «Общее учение о лесной подстилке» (Ebermayer, 1876). С тех пор проведены многочисленные исследования и интерес к этим вопросам не ослабевает.

Необходимость изучения сложной сезонной и внутригодовой динамики процесса опада тесно связана с проблемами «Человек и биосфера», «Охрана окружающей среды» и необходимостью рационального использования и охраны ресурсов биосферы, увеличения биологической продуктивности Земли, сохранения благоприятной экологической обстановки для всего живого. За последние годы исследования значительно расширились в связи с задачей изучения биомассы в соответствии с Международной Биологической программой (МБП). Особое внимание привлечено к изучению биогеохимического цикла углерода, тесно связанного с проблемой изменения климата. В этом отношении весьма значимы результаты по анализу структуры и динамики поступления растительного опада в разных типах лесных экосистем заповедника «Пасвик» в Кольской субарктике. Структура и динамика поступления растительного опада относится к числу важнейших показателей, характеризующих функционирование лесных экосистем. Поступление опада обеспечивает не только ежегодное частичное обновление гумуса почвы, но и потребление элементов питания, расходуемых на построение годичного прироста. Однако до сих пор сравнительно мало изучена временная динамика поступления растительного опада, особенно в условиях заповедных территорий субарктических ландшафтов. Поэтому целью данной работы явилось изучение структуры и динамики поступления опада в лесных экосистемах заповедника «Пасвик» в Кольской субарктике.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в 2011–2012 гг. на территории природного заповедника «Пасвик» Мурманской области в рамках комплексного мониторинга лесных экосистем в соответствии с рекомендациями международных программ мониторинга.

Объектами исследования послужили основные типы лесных экосистем в пределах заповедника:

1. Сосняк кустарничково-лишайниковый на подзоле иллювиально-железистом;
2. Березняк бруснично-зеленомошный на подзоле иллювиально-железистом.

Сбор опада проводили в течение года в период характерных фенологических фаз (опадение листьев/хвои, семян и плодов) в соответствии с рекомендациями программы ICP Forests. Количество опада растений древесного яруса определяли с помощью 12 опадоуловителей площадью 0.5x0.5 м, установленных в июле 2011 г. по 6 штук на каждой из двух экспериментальных площадок. Опадоуловители сделаны из инертного материала с отверстиями диаметром 1 мм для стекания осадков и глубиной 0.5 м для того, чтобы листья не сдувались ветром за пределы опадоуловителя. Перед сортировкой образцы высушили при комнатной температуре. Каждый образец обрабатывали отдельно и сортировали для каждого вида дерева по фракциям. При сортировке образцов удаляли насекомых и других животных. Определяли общие запасы опада, его видовой и фракционный состав.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Видовой состав опада древостоя в основных типах лесных экосистем

Сосновые и березовые леса фоновых районов Кольской Субарктики на северной границе своего ареала характеризуются низкорослыми сильно разреженными древостоями и низкой продуктивностью (Lukina, Nikonov, 1996; Koptsik et al., 2001, 2003). Основу опада в лесах составляет надземный опад древесного яруса. Вид древостоя в сообществе относится к числу факторов, влияющих на величину и качество опада. Лиственные насаждения дают больше опада, чем хвойные. Листья и хвоя разных пород заметно различаются по зольности, составу зольных элементов, иногда по некоторым биохимическим свойствам (содержанию дубильных веществ, смол и т.д.).

В исследуемых лесных экосистемах древесный ярус представлен в основном сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и березой (*Betula sp.*). Опад сосняка кустарничково-лишайникового состоит преимущественно из остатков сосны (92 %), незначительную долю составляют остатки березы (8 %). В березняке бруснично-зеленомошном опад представлен остатками березы (79 %), одну пятую часть составляют остатки сосны (21 %) (рис. 1).

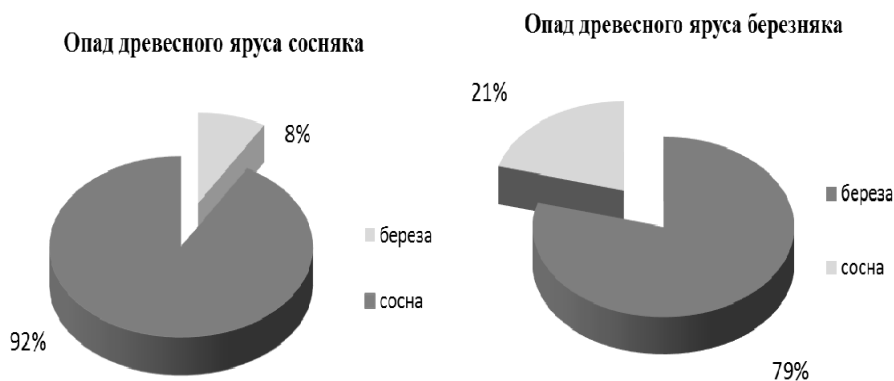


Рисунок 1. Видовой состав опада сосняка кустарничково-лишайникового и березняка бруснично-зеленомошного в заповеднике «Пасвик» в 2011–2012 гг.

Фракционный состав опада древостоя

Листья, хвоя, ветви, кора, плоды и другие остатки лесной растительности представляют фракционный состав опада древостоя, который характеризуется наличием богатых

зольных веществ и азота. Эти вещества участвуют в образовании лесной подстилки и гумуса, и оказывают влияние на весь почвообразовательный процесс. Компонентный состав опада хорошо отражает воздействие погодных условий и биологические особенности пород деревьев (рис.2, 3).



Рисунок 2. Фракционный состав опада древостоя (г/м²) в сосняке кустарничково-лишайниковом в 2011–2012 гг.

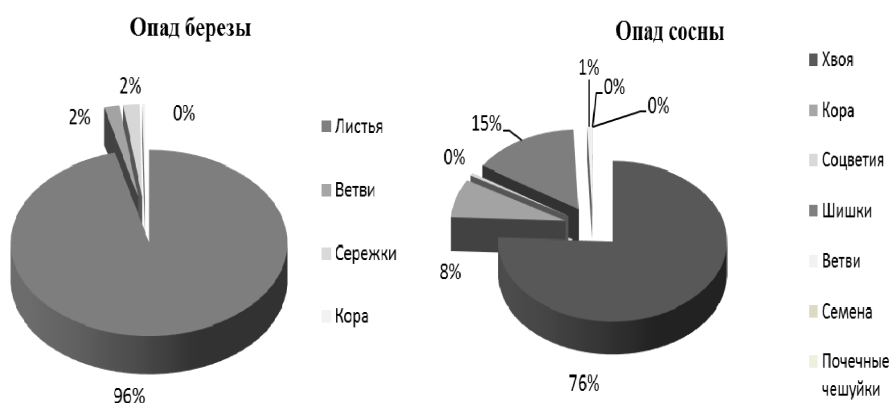


Рисунок 3. Фракционный состав опада древостоя (г/м²) в березняке бруснично-зеленомошном в 2011–2012 гг.

Во фракционном составе опада в сосняке кустарничково-лишайниковом доминирующей лесообразующей породы – сосны – преобладает хвоя (64 %), заметное место занимают кора (8 %) и ветви (20 %), наблюдается существенное присутствие шишек (8 %) (рис. 2). В составе опада березы в березняке бруснично-зеленомошном преобладают листья (96%), в составе сосны – хвойный компонент (76 %) (рис. 3).

В сосняках хвойный компонент опада преимущественно поступает в теплое полугодие (с мая по октябрь). В холодное полугодие значительная доля опада представлена ветвями, шишками и корой, что связано с механическим воздействием ветра, дождя и снега.

Основная масса листьев облетает во время осеннего листопада, но определенная их часть опадает в течение всего года. Весной и летом – это листья, поврежденные листогрызущими насекомыми, сорванные дождем и ветром, опавшие в результате механических повреждений и дефицита света. Зимой – листья с завершившимся вегетационным периодом. Ветви опадают в летне-осенний период, также наблюдается сброс почек, почечных чешуек и сережек. Хвоя, кора и шишки поступают в январе–феврале, в результате неблагоприятных погодных условий.

Динамика поступления растительного опада

Количество опада зависит от множества факторов среды и параметров биогеоценозов, ведущими среди которых являются: состав, возраст древостоев, тип леса, погодные условия, а также динамичность растительного покрова. Обстоятельные исследования динамики поступления опада содержатся в работах Н.П. Ремезова (1962), А.А. Молчанова

(1964), П.С. Погребняк (1968) и др. Также обширная сводка по листовому опаду для ряда районов СНГ и некоторых зарубежных стран (США, Германии) дана Л.Е. Родиным и Н.И. Базилевич (1965).

Общее количество опада варьирует от 1.0 до 2.7 т/га/месяц. Наибольшие величины характерны для березняка, меньшие – для сосняка. Эти величины соотносятся с общепринятыми величинами опада – 1.8–2.5 т/га (Базилевич Н. И., Титлянова А. А., 2008); 1.6–3.5 т/га (Молчанов, 1973).

Временная динамика поступления опада во всех рассмотренных лесных экосистемах неоднотипна, отклонения объясняются физиологическими и биологическими особенностями эдификатора сообщества (размерами хвои и шишек, строением коры, у березы – окончанием вегетационного периода), а также соседством лиственных и хвойных древесных насаждений. Значительное варьирование в течение года обусловлено неоднородностью пространственной организации лесных биогеоценозов. Независимо от фитоценоза динамика опада имеет общие черты, которые связаны с сезонным изменением среднесуточной температуры воздуха, количеством осадков, интенсивностью ветра и других абиотических факторов среды.

Временная динамика поступления растительного опада у лиственных и хвойных пород различна (рис.4). Поступление опада в течение года в сосняке преимущественно равномерное с небольшим позднее-осенним максимумом. Иная динамика свойственна опаду березняка. В зимние месяцы опад минимален, весной и летом практически отсутствует и возрастает к августу, достигая максимума к сентябрю в связи с окончанием периода вегетации.



Рисунок 4. Временная динамика поступления опада в почвы лесных экосистем в 2011–2012 гг.

В сосняках хвойный компонент опада и шишки в период 2011–2012 гг. преимущественно поступили в холодное полугодие (январь–февраль), что связано с механическим воздействием ветра, дождя и снега. В теплое полугодие значительная доля опада представлена ветвями, и корой, а также хвоей. В березняке бруснично-зеленомошном основная масса листьев облетает во время осеннего листопада.

Листовой опад на Среднем Урале в основном (90–96 %) поступает осенью, а хвоя опадает в течение всего года: в теплый период – 19–40 %, в холодный – 60–80 % (Фирсова и др., 1993). В сосняках Приангарья (леса Среднего Приангарья, 1977) 50% опада поступает зимой и весной (октябрь–май), 20 % – летом (июнь–август) и 30 % – в сентябре.

Усиление техногенной нагрузки с приближением к источнику загрязнения сопровождается увеличением количества опада на стадиях дефолиации лесных экосистем и его последующим уменьшением в техногенных редколесьях (Лукина, Никонов, 1996), в конечном итоге приводя к сокращению пополнения пулов подстилки и органического вещества почвы.

Установлено что за пределы сообществ изучаемых типов лесных экосистем выносятся некоторая доля хвои, листьев и других компонентов. Так в сосняках наблюдаются листья и сережки березы в июне–июле, в березняке компоненты опада сосны на протяжении всего года. Когда граничат сообщества, сформированные одним эдификатором, такой разнос опада не оказывает существенного влияния на свойства почв. Но в случае соседст-

ва сообществ, сформированных разными эдификаторами, такое воздействие в результате поступления «чужеродного» опада может быть значительным и обуславливать некоторые «типовые» (в смысле типа БГЦ) различия одноименных сообществ в разных типах леса. Примесь лиственных пород в составе хвойных древостоев и наоборот, а также усложнение структуры насаждений вызывает увеличение лесного опада. Так, на Среднем Урале (Фирсова и др., 1993) количество опада в ельниках с примесью березы и осины увеличивается по сравнению с чистыми ельниками в 1.1–1.3 раза.

Таким образом, на величину и динамику опада влияют многие факторы: почвенно-климатические условия, погодные условия текущего и предыдущего годов, степень воздействия листоядных насекомых, физиология и биологические особенности эдификатора сообщества (размеры хвои и шишек, строение коры, фенофаза), порода, возраст древостоя, тип леса, динамичность растительного покрова, соседство сообществ различных древесных насаждений, которое характеризуется примесью лиственных пород в составе хвойных древостоев и наоборот, а также усложнение структуры насаждений. Значительное влияние на поступление растительного опада оказывает атмосферное промышленное загрязнение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сосняк кустарничково-лишайниковый характеризуется малой массой (1.0 т/га) опада, поступающего преимущественно в холодное время года. Опад представлен остатками сосны (до 92 %) с максимальным содержанием хвои (64 %) и значительной долей ветвей (20 %), шишек (8 %) и коры (8 %).

В березняке бруснично-зеленомошном на поверхность почвы ежегодно поступает повышенное количество опада (до 2.7 т/га), представленного остатками березы (79 %) и сосны (21 %). Опад березы поступает преимущественно в сентябре, опад сосны – в холодное время года. В составе опада березы доминируют листья (96 %), опада сосны – хвоя (76 %) и шишки (15 %).

Полученные данные могут использоваться при оценке деструкционных процессов и их изменении под воздействием техногенного загрязнения в основных типах лесных экосистем Кольской субарктики.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абатуров Ю.Д.* Некоторые особенности биологического круговорота азота и зольных элементов в сосняках Южного Урала //Лесные почвы Урала. Свердловск. 1966. С. 55–56.
2. *Базилевич Н.И., Титлянова А.А.* Биотический круговорот на пяти континентах: азот и зольные элементы в природных наземных экосистемах //Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2008.
3. *Базилевич Н.И.* Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии / Н.И. Базилевич. М.: Наука, 1993. 293 с.
4. *Богатырев Л.Г.* О некоторых географических закономерностях формирования подстилок в лесных экосистемах //География и природные ресурсы, № 4, Наука. 1990. с. 91–98.
5. *Быковская Т.К., Евдокимова Т.И.* О характере растительного опада и влиянии его на процессы почвообразования в разных типах леса Звенигородской биостанции //Почвы и продуктивность растительных сообществ, М.: Изд-во МГУ, 1976. С. 148–154.
6. *Гришина Л.А., Владыченский А.С.* Опад и подстилка хвойных лесов Валдая //Почвы и продуктивность растительных сообществ. М.:Изд-во МГУ, 1979. Вып.4. С.15–50.
7. *Ермоленко П.М.* Формирование и продуктивность древостоев. Новосибирск: Наука, 1981. С. 53–71.
8. *Карпачевский Л.О., Киелева Н.К.* О методике учета опада и подстилки в смешанных лесах //Лесоведение, 1968. № 3. С. 73–80.

9. Карпачевский Л.О., Киелева Н.К. О методике учета опада и подстилки в смешанных лесах // Лесоведение, 1968. № 3. С. 73–80.
10. Копчик Г.Н., Смирнова И.Е., Ливанцова С.Ю. и др. Вклад растительного опада и подстилки в биологический круговорот элементов в лесных экосистемах Звенигородской биостанции // Труды Звенигородской биостанции. 2011. Т. 5. С. 18–32.
11. Краснитский А.М., Лебедева Е.А. Анализ сезонной и разногодичной динамики опада древесно-кустарникового яруса в снытево-крапивной дубраве // Ботан. журн. 1979. Т. 64. № 12. С. 1783–1794.
12. Молчанов А.А. Опад и отпад в процессах круговорота // Дубравы лесостепи в биогеоценотическом освещении. М.: Наука, 1975а. С. 255–263.
13. Морозов Г.Ф. Учение о лесе. 7-е изд. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1949. 455 с.
14. Родин Л.Е., Ремезов Н.П., Базилевич Н.И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. Л.: Наука, 1968. 143 с.
15. Родин Л.Е., Базилевич Н.И. Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности Земного шара. М.-Л.: Наука, 1965. 256 с.
16. Смирнов В.В. Сезонный опад в лесных биогеоценозах // Лесоведение, 1967. № 6. С. 62–75.
17. Environment Data Centre 1993: Manual for Integrated Monitoring. Programme Phase 1993–1996. UN ECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution. International Cooperative Programme on Integrated Monitoring of Air Pollution Effects on Ecosystems. National Board of Waters and the Environment, Helsinki. 114 pp.
18. Ferretti M., Cozzi A., Cenni E., 1997. Manuale di Campagna per le aree di saggio permanenti di Livello II (Field manual for Level II monitoring plots). Regione Lombardia-Azienda regionale Foreste and LINNAEA ambiente, 2nd revision, July 1997, 83 pp. + annexes.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Г.Н. Копчик.

УДК 631.4 + 581.1

ТЕХНОГЕННОЕ ЗАСОЛЕНИЕ И ПОДЩЕЛАЧИВАНИЕ ПОЧВОГРУНТОВ, АДАПТАЦИЯ К НИМ РАСТЕНИЙ

Е.В. Лузина, К.И. Демакина

Пермский государственный национальный исследовательский университет

Исследования проведены в зоне воздействия солеотвалов, а также в модельных опытах, где изучено отдельное и комбинированное действие засоления и подщелачивания. Установлено, что у растений при воздействии исследуемых неблагоприятных факторов увеличивалось количество аскорбиновой кислоты, и повышалась редуцирующая активность. Токсичность корневой среды резко увеличивалась при комбинировании среднего уровня засоления и подщелачивания, что отражено в снижении биомассы кресс-салата, при этом в тест-культуре наблюдался повышенный уровень исследуемых низкомолекулярных антиоксидантов.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время развитие засоления связано не только с природными факторами, но и с последствиями антропогенной деятельности. В Пермском крае засоление экосистем обусловлено синтезом солей в производстве минеральных удобрений и выходом на поверхность рассолов при нефтедобыче или подземном строительстве, с использованием антигололедных средств на дорогах. На Верхнекамском месторождении солевые отвалы ежегодно увеличиваются на 20–25 га, основным компонентом отходов является хлорид натрия. Растения, произрастающие в зоне солеотвалов, проходят отбор на солеустойчивость, т.е. устойчивость растений к повышенной концентрации солей в корневой среде.

Отмечено, что растительные сообщества в зонах устойчивого засоления характеризовались низким проективным покрытием (10–30 %) и видовым разнообразием. Здесь произрастали как галофиты, так и растения, не обладающие механизмами солеустойчивости [1]. Цель исследований – выявить особенности приспособления растений, не обладающих природной солеустойчивостью, к условиям техногенного засоления.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования были проведены на территории двух солеотвалов ОАО «Уралкалий» г. Соликамска, а также в модельных опытах, где изучено отдельное и комбинированное действие засоления и подщелачивания. Состояние корнеобитаемого слоя почвогрунтов территории солеотвалов определено путем отбора проб по «сетке» 10 м на 20 м в направлении от солеотвала до препятствия в виде дорог.

В условиях модельного опыта объектом исследования являлась тест-культура – кресс-салат (*Lepidium sativum* L.), достигшая состояния технической спелости (11–12 дней). В лабораторных условиях моделировался различный уровень засоления субстрата (NaCl 0.4 % и 0.6 %), подщелачивания (pH = 10), а также их комбинация. В качестве подщелачивающего фактора использован раствор гидроксида натрия, pH раствора контролировали при помощи pH-метра. В качестве контроля служили растения, выращенные на среде Кнопа при pH = 7.

В почвенных пробах содержание водорастворимых солей изучали методом водной вытяжки, величину pH водной суспензии – потенциометрически. Содержание ионов Na^+ в почвенных пробах и свободных ионов Na^+ в надземных органах растений определяли методом пламенной фотометрии, Cl^- в водной вытяжке и свободных ионов Cl^- в растениях – меркурометрическим методом. Количество аскорбиновой кислоты и общей редуцирующей активности установили по методу Петта в модификации Прокошева.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Солеотвалы СКРУ-1 (Соликамское калийное рудоуправление № 1) и СКРУ-2 (Соликамское калийное рудоуправление № 2) находятся на территории предприятия на расстоянии полукилометра и одного километра от города Соликамска, площадью 112 га и 160 га соответственно. Отсыпку солеотходов производят на высоту до 120 м. Оба солеотвала ограничены по периметру дамбами, для ограничения растекания рассолов и притока поверхностных вод с прилегающих территорий. При организации площадок для солеотвалов производились: выравнивание поверхности, отсыпка водоотводных ложбин и дамб, перемешивание грунтов. В результате были уничтожены природные почвы и на окружающей территории сформировались техногенные поверхностные образования (ТПО), которые выполняют функции почв. Согласно новой систематике [2] они относятся к группе «натурфабрикаты», подгруппам «арбалиты», «литостраты», «органостраты» и «органолитостраты». Особенности ТПО обусловлены сочетанием свойств органических и минеральных субстратов (торф, супесчаные и суглинистые породы) и приобретенных признаков, связанных с техногенным загрязнением.

В корнеобитаемых слоях ТПО двух солеотвалов были определены показатели щелочности и засоленности. В соответствии с принятой градацией по сумме солей состояние поверхностных слоев варьировало от незасоленного уровня и до сильной степени засоления. Средним и высоким засолением (до 2.23 %) характеризовались ТПО, находящиеся на расстоянии около 1–5 м у солеотвалов. ТПО, расположенные в радиусе нескольких десятков метров были преимущественно не засолены, реже имели слабую и среднюю засоленность (0.01–0.3 %) [1].

Величина pH ТПО варьировала от слабокислой до щелочной реакции почвенного раствора. Подщелачивание ТПО связано с постоянным поступлением щелочногенных ионов натрия из солеотвалов. Щелочная реакция связана также с карбонатностью грунтов (табл. 1).

Таблица 1. Показатели засоленности и щелочности корнеобитаемого слоя (0–15 см) почвогрунтов солеотвалов.

Показатели	Диапазон изменений		Среднее
	в радиусе 1–5 м	в радиусе 5–100 м	
г. Соликамск (СКРУ-1)			
pH вод.	6.9–8.2	6.7–8.3	7.6
Cl ⁻ водорастворимый, мг-экв/100 г	0.3–1.7	0.1–0.3	0.3
Na ⁺ водорастворимый, мг-экв/100 г	0.7–3.0	0.1–0.8	0.3
Сумма солей, %	0.3–0.7	0.04–0.3	0.2
г. Соликамск (СКРУ-2)			
pH вод.	6.9–8.7	5.6–8.3	7.3
Cl ⁻ водорастворимый, мг-экв/100 г	0.1–34.5	0.1–1.0	1.1
Na ⁺ водорастворимый, мг-экв/100 г	1.7–36.5	0.1–1.1	1.6
Сумма солей. %	0.1–2.2	0.01–0.2	0.2

При устройстве территории для солеотвалов растительность большей частью была уничтожена, в настоящее время в зоне воздействия солей сформировались сообщества синантропных видов растений. В основе синантропизации лежит процесс замещения эндемичных компонентов сообществ космополитными. В сообществах местных видов повысилась доля участия растений, которые оказались адаптированными к нагрузкам антропогенного пресса. Это виды так называемой рудеральной ориентации, которые в естественных условиях связаны с локальными нарушениями, вызванными естественными факторами (пожары, вытаптывания у водоемов и т.д.).

В составе растительности возле солеотвалов СКРУ-1 и СКРУ-2 выделяются две растительные группировки, произрастающие в зонах устойчивого (1–5 м от солеотвала) и неустойчивого (5–90 м) засоления. В зоне устойчивого засоления растительные сообщества характеризовались низким проективным покрытием и низким видовым разнообразием [1]. В зоне неустойчивого засоления растения образовывали 100 % проективное покрытие. Здесь преобладали сообщества с преобладанием многолетник злаков и элементами разнотравья.

С целью изучения влияния техногенного засоления на биохимические показатели растений вблизи солеотвалов г. Соликамска были отобраны 3 вида растений, которые встречаются и в зоне устойчивого и в зоне неустойчивого засоления: бодяк полевой, нивяник обыкновенный и ястребинка щитковая.

Установлено, что все виды растений в зоне устойчивого засоления в своих тканях содержали больше свободных ионов натрия и хлора, по сравнению с зоной неустойчивого засоления (рис. 1, 2).

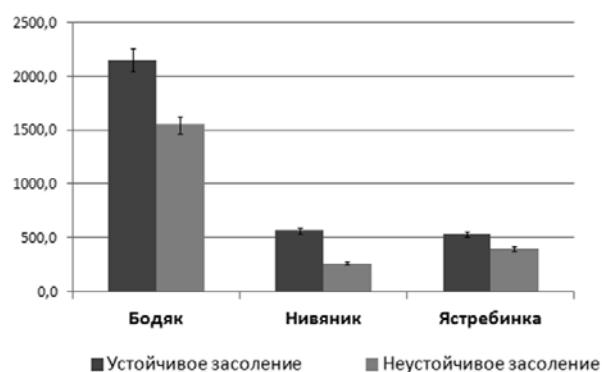


Рисунок 1. Содержание свободных ионов Na⁺ в надземных органах растений, мг/100 г сухого вещества

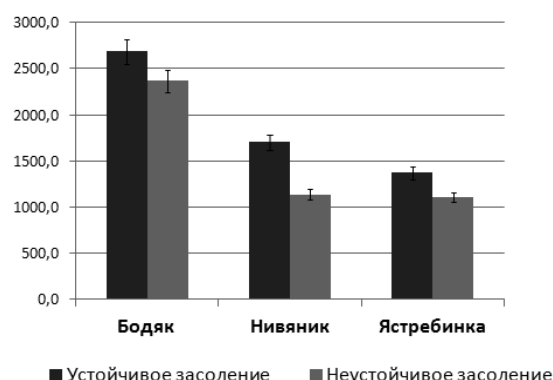


Рисунок 2. Содержание свободных ионов Cl⁻ в надземных органах растений, мг/100 г сухого вещества

Известно, что воздействие разных факторов (ионизирующее излучение, засуха, соли, тяжелые металлы и др.) провоцируют в растениях сверхпродукцию активных форм кислорода (АФК). Из-за избытка АФК нарушаются мембранные компоненты клетки,

транспорт веществ и другие внутриклеточные процессы. Клетка имеет многоуровневую систему антиоксидантной защиты, в которую входят низкомолекулярные антиоксиданты. По этой причине в полевых и лабораторных исследованиях были определены некоторые показатели антиоксидантной защиты – общая редуцирующая активность и количество аскорбиновой кислоты в листьях растений. Механизм действия низкомолекулярных антиоксидантов состоит в том, что они способны взаимодействовать с кислородными или органическими радикалами и ингибировать протекание свободнорадикальных процессов в клетках [4].

Результаты исследования показали, что усиление техногенного засоления в зоне устойчивого засоления вызвало повышение уровня свободной аскорбиновой кислоты у бодяка полевого, нивяника обыкновенного и ястребинки щитковой по сравнению с растениями из зоны неустойчивого засоления (табл. 2). Формы аскорбата играют существенную физиологическую роль в регуляции многих клеточных процессов, оказывают влияние на ферментативную активность, а также участвуют в адаптации к солевому и другим видам стресса [4]. Связанная форма аскорбиновой кислоты не является активной, но обеспечивает по мере необходимости пополнение запаса свободной формы. Под влиянием антропогенного засоления произошло увеличение количества связанной формы аскорбиновой кислоты в листьях бодяка, нивяника и ястребинки, но оно было менее существенным по сравнению со свободной формой.

Таблица 2. Влияние техногенного засоления на содержание свободной и связанной форм аскорбиновой кислоты в листьях растений (мг % на сырую массу).

Вид растения	Зона	Свободная форма	Связанная форма
Бодяк полевой	Неустойчивое засоление	3.41±0.17	4.93±0.10
	Устойчивое засоление	5.64±0.25	6.04±0.11
Нивяник обыкновенный	Неустойчивое засоление	3.43±0.22	4.45±0.02
	Устойчивое засоление	4.84±0.18	6.02±0.11
Ястребинка щитковая	Неустойчивое засоление	3.19±0.28	3.87±0.07
	Устойчивое засоление	5.78±0.27	4.40±0.18

Величина общей редуцирующей активности показывает суммарную восстановительную активность растительной ткани и отражает интенсивность окислительных превращений в клетке. В условиях устойчивого техногенного засоления показатель общей редуцирующей активности у растений был выше по сравнению с зоной неустойчивого засоления, что свидетельствует об активации защитных механизмов антиоксидантной системы (табл. 3).

Таблица 3. Влияние техногенного засоления на общую редуцирующую активность листьев растений.

Вид	Зона	Редуцирующая активность, мл 0.001 М КІО ₃ на 10 г сырой массы
Бодяк полевой	Неустойчивое засоление	3.83±0.26
	Устойчивое засоления	8.17±0.44
Нивяник обыкновенный	Неустойчивое засоление	4.67±0.33
	Устойчивое засоление	9.17±0.33
Ястребинка щитковая	Неустойчивое засоление	3.17±0.44
	Устойчивое засоление	8.00±0.76

Засоление почв сопровождается щелочностью, поэтому в модельных опытах с растениями кресс-салата было изучено влияние различного уровня засоления и комбинированного действия засоляющих ионов и щелочности на ростовые показатели растений, а также на содержание аскорбиновой кислоты и общую редуцирующую активность растений. Кресс-салат как тест-культура успешно используется в фитоиндикации. В наших исследованиях кресс-салат проявил определенную солеустойчивость; это растение не является галофитом, его адаптация идет, по-видимому, за счет механизмов засухоустойчиво-

сти. Содержание свободных ионов натрия и хлора повышалось на вариантах с засолением хлоридами натрия. Увеличение ионов натрия при этом происходит примерно в 5 раз по сравнению с контролем, хлора в 3–4 раза.

Ростовые показатели и показатели биомассы тест-культуры достоверно не снижались на вариантах с засолением 0.4 % и 0.6 % хлоридами натрия, а также на варианте отдельного подщелачивания. Угнетение роста тест-культуры и снижение ее биомассы отмечено только на варианте с повышенным содержанием хлорида натрия (0.6 %) и дополнительным подщелачиванием (рис. 3, 4).

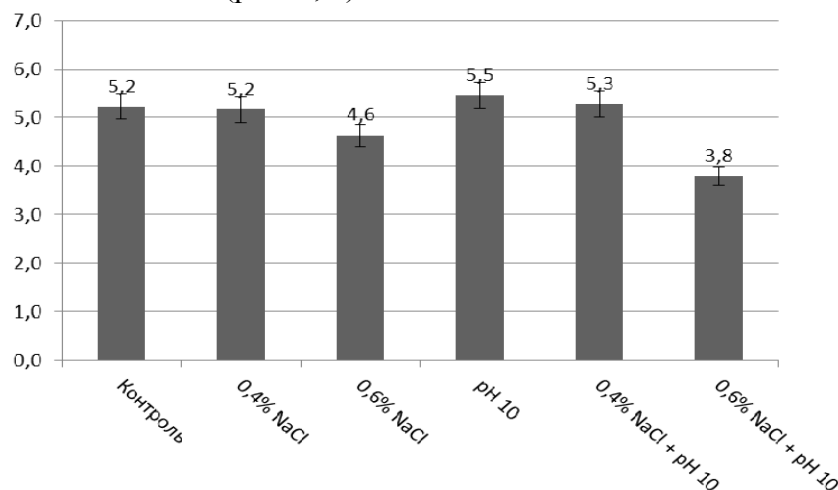


Рисунок 3. Влияние засоления и подщелачивания на высоту надземной части кресс-салата, см.

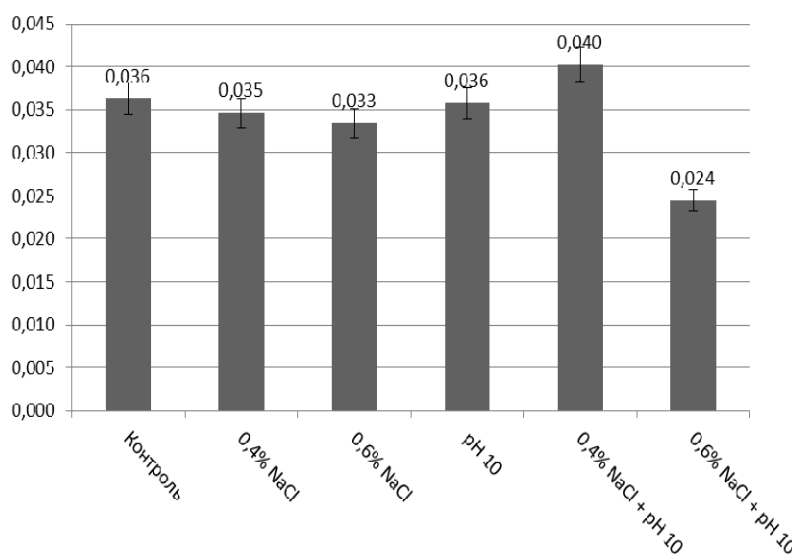


Рисунок 4. Влияние засоления и подщелачивания на массу кресс-салата, г

При выращивании растений кресс-салата в среде с концентрацией 0.4 и 0.6 % хлорида натрия наблюдалось статистически достоверное повышение уровня аскорбиновой кислоты по сравнению с контролем (рис. 5, 6). Как отмечают Н. Siess, W. Stahl [5], накопление аскорбата, вероятно, связано с протеканием реакций, направленных на защиту клеток растений от токсического действия свободных радикалов, возникающих в условиях засоления. Совместное действие щелочности и 0.4 % раствора NaCl вызвало увеличение уровня аскорбата по сравнению с контролем. При более высокой концентрации хлорида натрия (0.6 %) и таким же уровнем щелочности (pH = 10) произошло снижение величины данного показателя. По мнению С.Н. Маевской и М.К. Николаевой [3] уменьшение количества аскорбата при действии стрессовых факторов может указывать на активное участие этого низкомолекулярного антиоксиданта в нейтрализации активных форм кислорода и его использование в реакциях поддержания пула α -токоферола.

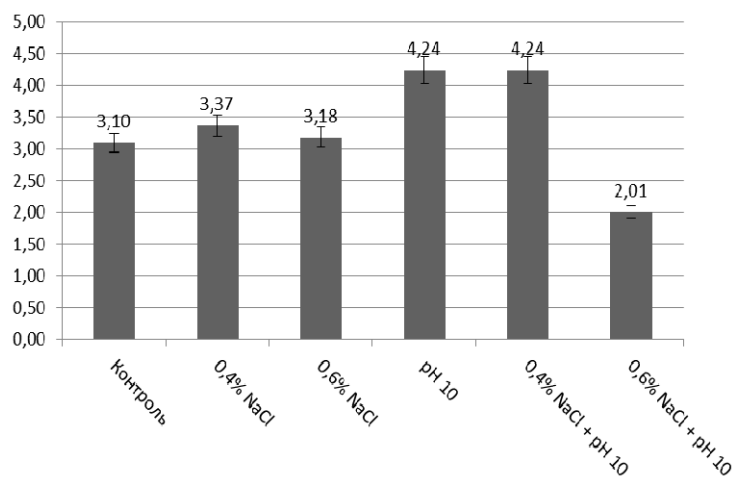


Рисунок 5. Влияние засоления и подщелачивания на содержание свободной аскорбиновой кислоты в кресс-салате, мг %

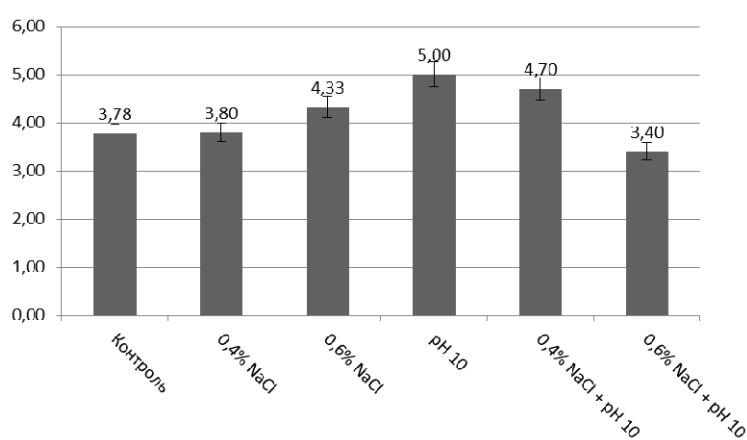


Рисунок 6. Влияние засоления и подщелачивания на общую редуцирующую активность в кресс-салате, мл 0.001 M KIO₃ на 10 г. сырой массы.

Определение общей редуцирующей активности показало, что ее повышение отмечено на варианте 0.6 % NaCl и, особенно, на варианте pH 10 по сравнению с контролем. Кроме того редуцирующая активность возросла при комбинированном воздействии изучаемых факторов по сравнению с отдельным действием 0.4 % NaCl. Более высокая концентрация хлорида натрия (0.6 %) вместе со щелочностью вызвали снижение уровня общей редуцирующей активности листьев кресс-салата относительно контроля, по-видимому, растения не справлялись со сверхпродукцией АФК, что отразили показатели высоты и массы растений.

ВЫВОДЫ

1. У солеотвалов в зоне устойчивого засоления в ТПО наряду с накоплением хлоридов натрия отмечено подщелачивание корневой среды обитания растений.
2. С усилением засолённости корневой среды происходила аккумуляция ионов Na⁺ и Cl⁻ в листьях растений, что установлено в полевых условиях и модельных опытах.
3. Растения содержали повышенное количество аскорбиновой кислоты и проявляли повышенную редуцирующую активность в условиях устойчивого засоления, по сравнению с растениями из зоны неустойчивого засоления.
4. Увеличение количества аскорбиновой кислоты и повышение общей редуцирующей активности позволяет растениям кресс-салата противостоять окислительному стрессу при воздействии засоления и щелочности.
5. Токсичность увеличивалась при комбинировании среднего уровня засоления (NaCl 0.6 %) и подщелачивания (pH = 10), что отражено в снижении массы и высоты растений; одновременно в листьях растений снижалась редуцирующая активность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Еремченко О.З., Лымарь О.А. Почвенно-экологические условия зоны солеотвалов и адаптация к ним растений // Экология. 2007. № 1. С. 18–23.
2. Классификация и диагностика почв России. М.: Ойкумена, 2004.
3. Маевская С.Н., Николаева М.К. Реакция антиокислительной и осмопротекторной систем проростков пшеницы на засуху и регидратацию // Физиология растений. 2013. Т. 60. № 3. С. 351–359.
4. Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений. СПб.: Изд-во С. – Петербург ун-та. 2002. 244 с.
5. Siess H., Stahl W. Antioxidant Function of Vitamins – Vitamin E and Vitamin C, β -Carotene and other Carotenoids and Intercellular Communication via Gap Junctions // Int. J. Vitam. Nutr. Res. 1997. V. 67. P. 364–367.

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.З. Еремченко.

УДК 631.4

КЛАССИФИКАЦИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ НАУЧНОГО АНАЛИЗА В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ

И.А. Лысков, А.Ф. Шаяхметова, М.А. Надпорожская

Санкт-Петербургский государственный университет, biosoil@bio.ru

Проведен анализ классификаций почв по применимости для экологических исследований лесных почв. Фитоценологические классификации специализированы для детального изучения лесных подстилок как особого природного тела. World Reference Base (WRB) и классификация почв СССР (1977) выделяют два органогенных горизонта, классификация почв России – восемь. Хотя в отечественной классификации почв детальность оценки органогенной части почвенного профиля повышается, этого недостаточно для экологических исследований, Целесообразно применение классификации типов гумусового профиля лесных почв (Чертов, 1980), где учтены особенности действия всех факторов почвообразования.

ВВЕДЕНИЕ

Классификация как инструмент анализа информации предполагает принятие определенных понятийных границ и масштабов изучения объекта, современный итог систематизации фундаментальных научных знаний и базу для будущего развития почвоведения. Научная ценность классификации может не удовлетворять целям прикладного использования, может быть непонятной или неудобной для исполнителей.

Органическое вещество почв является продуктом и условием существования биогеоценозов. Биогенная аккумуляция химических элементов – один из ведущих почвенных процессов. Аккумулируются в основном дефицитные элементы, те, которых мало в субстрате, но которые потребляются растениями в больших количествах. В лесных почвах органогенные горизонты содержат до 25–35 % запасов органического вещества (Алексеев, Бердси, 1994; Синькевич и др., 2009). По данным К.С. Бобковой, в органогенных горизонтах сосредоточено до 80 % тонких корней (Бобкова, 1978). Поэтому качество и запасы вещества в органогенных горизонтах (лесных подстилках) важно учитывать при изучении лесных почв. Запасы и качество элементов питания лесных подстилок коррелируют и с запасами и качеством элементов питания органоминеральных горизонтов почв (Попова, 2007). В иллювиальных горизонтах хвойных лесов средней тайги депонировано 65–75 % почвенного углерода (Синькевич и др., 2009). Качество и запасы органического вещества почв в значительной степени определяют продуктивность. Изучение органопрофилей

Работа выполнена с финансовой поддержкой темы НИР СПбГУ № 1.0.142.2010 и гранта РФФИ 10-04-00481-а.

© И.А. Лысков, А.Ф. Шаяхметова, М.А. Надпорожская, 2014

лесных почв осложняется многофакторностью их изменений. Классификационные подходы, приемлемые для экологических исследований лесных почв, в официальных (генетических) классификациях недостаточно отражены, специальные классификации не являются общепринятыми. Поэтому установление корреляции и сравнение различных классификаций, актуально. Цель работы – сопоставление применимости разных классификационных подходов при экологических исследованиях лесных почв.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Проведено сопоставление принципов выделения органогенных горизонтов в классификациях:

1. Классификация почв СССР (1977).
2. Классификация почв России (2000, 2004, 2008).
3. Классификации типов гумусового профиля лесных почв.
4. Фитоценологические классификации лесных подстилок.
5. World Reference Base (WRB).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Генетические классификации почв объединяет подход к анализу особенностей формирования почвенного профиля по результатам действия среднескоростных и медленных почвенных процессов, приводящих к образованию ясно выраженных диагностических горизонтов. Это преимущественно органо-минеральные и минеральные диагностические горизонты. При таких временных масштабах органогенные горизонты оцениваются обобщенно. При проведении экологических исследований лесных почв важно детальное изучение как органопрофиля в целом, так и поверхностных органогенных горизонтов. Наибольшая разница в разных классификационных подходах в оценке лабильных подсистем почвы – органогенных поверхностных горизонтов.

В противовес этому в лесной биогеоценологии сформирована точка зрения на лесную подстилку как самостоятельное природное образование («биогоризонт»), функционально связывающее фитоценоз и почву (Шумаков, 1958, Богатырев, 1990), но не принимается во внимание влияние почвообразующих пород. Абсолютизация одной подсистемы лесной почвы может быть оправдана на стадии детального исследования собственно лесной подстилки. Такой подход недостаточен при оценке цикла элементов, продуктивности системы, депонировании и миграции загрязнителей.

Остановимся более детально на рассмотрении принципов выделения органогенных горизонтов в отечественных классификациях почв. В классификации 1977 года (табл. 1) поверхностные органогенные образования, формирующиеся в условиях нормального увлажнения, называли лесной подстилкой (мощностью 2–10 см, для типа подзолистых почв). Допускали деление на подгоризонты A_o' , A_o'' , A_o''' (табл. 2) по морфологическим свойствам (цвет, сохранность первичных элементов опада, степень разложения). Количественные оценки по физико-химическим свойствам в классификации не приведены. В типах торфянисто-подзолистых, лугово-болотных и болотных почв выделяли торфянистый (10–30 см) и торфяный (30–50 см) горизонты (табл. 1). В классификации почв России 2004 г. (РК) (табл. 3) органогенные горизонты описаны детальнее, чем в классификации 1977 года. Органогенные горизонты разделяются в РК также детальнее, чем в WRB (1994). В РК выделено 8 диагностических горизонтов. В WRB было выделено 2 диагностических горизонта. Их разделяли по содержанию органического вещества: *folic* (35 % и выше) и *histic* (20–35 %). При содержании органического вещества ниже 20 % выделяли органо-минеральный гумусово-аккумулятивный горизонт.

Необходимо сделать важное замечание. В РК лесной подстилкой названо «напочвенное органогенное образование, не являющееся генетическим горизонтом и не имеющее диагностического значения», а именно свежий растительный опад из не- или слабо-разложившихся остатков листьев, хвои, мелких веток и др. (Шишов и др., 2004, стр. 18).

К сожалению, новое употребление термина сможет привести к терминологической путанице. Хотя авторы классификации почв России в более поздней публикации настаивают на целесообразности обобщенного подхода при анализе генезиса почв, но сделали важное замечание: в прикладных и экологических работах возможно применение термина «лесная подстилка» и детализация органогенной части почвенного профиля по подгоризонтам, соответствующим стадии трансформации опада (Герасимова и др., 2013).

В свете сказанного выше для экологических работ более пригодна классификация типов гумусового профиля лесных почв, учитывающая особенности морфологии и функционирования лесных подстилок и гумусовых горизонтов в зависимости от всех факторов почвообразования. Здесь тип гумуса – понятие, которое отражает направленность процессов минерализации и гумификации опада, интенсивность биологического круговорота и плодородие лесных почв (Чертов, 1981). Дренаж, геологическая порода и рельеф характеризуют уровень потенциальной продуктивности лесных земель (табл. 4). Авторская методика определения типов гумуса лесных почв в сочетании с положениями генетической классификации почв СССР была использована для картирования Ленинградской области, а также как концептуальная основа для разработки математических моделей динамики органического вещества почв и лесных экосистем. Данный классификационный подход позволяет комплексное изучение системы органо-аккумулятивных горизонтов, их морфологии и химических свойств, на базе генетической классификации.

ВЫВОД

В нашей стране классификация почв развивается в плане детальности оценки органогенной части почвенного профиля. Этот подход удовлетворяет требованиям изучения генезиса почв. При экологических исследованиях нужны более детальные оценки, как гумусового профиля почв в целом, так и особенностей строения лесной подстилки.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексеев В.А., Бердси Р.А.* (ред.). Углерод в экосистемах лесов и болот России. Красноярск. 1994. 232 с.
2. *Бобкова К.С.* Биологическая продуктивность хвойных лесов европейского Северо-Востока. Л.: Наука, 1987. 156 с.
3. *Герасимова М.И., Лебедева И.И., Хитров Н.Б.* Индексация почвенных горизонтов: состояние вопроса, проблемы и предложения // Почвоведение. 2013. № 5. С. 627–638.
4. *Богатырев Л.Г.* О классификации лесных подстилок. Почвоведение. 1990. с. 118–127.
5. *Егоров В.В., Иванова Е.Н., Фридланд В.М.* Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977 г., 225 с.
6. *Лебедева И.И., Герасимова М.И.* Диагностические горизонты в классификации почв России. Почвоведение. 2012. с. 923–934.
7. *Полевой определитель почв России.* М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева. 2008. 182 с. Синькевич С.М., Бахмет О.Н., Иванчиков А.А. Роль лесных почв в региональном балансе углерода // Почвоведение. № 3. 2009. С. 290–300.
8. *Попова Э.П.* Азот в лесных почвах. Новосибирск. 1983. 136 с.
9. *Чертов О.Г.* Определение типов гумуса лесных почв. Л.: Ленинградский научно-исследовательский институт лесного хозяйства. 1974. 15 с.
10. *Чертов О.Г.* Экология лесных земель (почвенно-экологическое исследование лесных местообитаний). – Л.: Наука, 1981, 192 с.
11. *Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И.* Классификация и диагностика почв России. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева. 2000. 235 с.
12. *Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И.* Классификация и диагностика почв России. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева. 2004. 342 с.
13. *Шумаков В.С.* Принципы классификации, номенклатуры и картирования лесных подстилок // Сб. работ по лесн. Хоз-ву. Вып. 35. М. 1958. С. 199–216.

Таблица 1. Органогенные горизонты в классификации почв СССР 1977 г.

Индекс	Название	Цвет	Мощность, см	Состав	Содержание органического вещества, %	Степень разложения органического вещества, %
АО	лесная подстилка или степной войлок	от светло-бурого до темно-бурого	<10	опад растений на различных стадиях разложения	не указано	не указано
Н	перегнойный	темно-серый	<10	разложенные органические остатки и гумус с примесью минеральных компонентов	от 30 до 70 %	больше 50 %
Т	торфяной	не указан	> 30 см	не указан	более 70 %	менее 50 %
Та	торфянистый	не указан	10–30 см	не указан	не указано	не указано

Таблица 2. Подгоризонты лесной подстилки в классификации почв СССР 1977 г.

Индекс	Цвет	Состав	Степень разложения органического вещества, %	Дополнительные признаки	Структура
Ао'	светло-бурый	растительные остатки	слаборазложившихся	с сохранившейся формой, прочностью и т.п.	нет
Ао''	бурый	растительные остатки и «труха»	более прочные элементы сохранили внешний вид, но утратили прочность	характерно обилие грибного мицелия, который в виде белых и желтых нитей пронизывает этот слой	нет
Ао'''	от темно-бурого до черного цвета	землистый	первичных элементов уже не сохранилось, за исключением наиболее прочных	в изобилии встречаются корни растений как почвенного покрова так и древесных	имеет иногда комковатую структуру, но чаще бывает порошковидным

Таблица 3. Органогенные горизонты в классификации почв России 2004 г.

Индекс	Название горизонта	Цвет	Мощность, см	Содержание органического вещества, %	Степень разлож. орг. вещества, %	pH	Зольность, %	C/N
АО	Грубогумусовый	Темно бурый или темно-коричневый	>10	15–35	–	–	–	15–25
Н	Переговой	От темно-коричневого до черного	>10	>25	>50	–	–	–
О	Подстилично-торфяной	Буро-коричневый	<10	>35	<50	–	–	–
Т	Торфяной	Буро-коричневый	10–50	>35	<50	–	–	–
ТО	Олиготрофно-торфяной	Светлый желтовато-коричневый	50	>35	<50	Сильнокислая, кислая	6	–
ТЕ	Эутрофно-торфяной	Темноокрашенный	50	>35	<50	От кислой до нейтральной	6–18	–
ТJ	Сухоторфяной	Темно-коричневый	<100	>35	<50	–	–	–

Таблица 4. Связь типов гумуса с генетическими и аналитическими признаками почв на Северо-Западе СССР. (Чертов, 1981).

№ п/п	Название почв по типам гумуса	Генетическое определение почв (по почвообразующим породам)			Углерод органического вещества (C, %)		C/N	
		На песчаных и супесчаных породах	На бескарбонатных и двучленных наносах	На карбонатных породах	Ао(Ат)	А1	Ао(Ат)	А1
1	Малогумусные	Поверхностно-подзолистые гумусово-железо-иллювиальные	–	–	20–40	1.0–2.0	35–50	15–25
2	Сухие грубогумусные		–	–	20–38	1.0–2.5	25–35	15–25
3	Сухие модергумусные		–	–	20–30	1.5–2.5	20–30	12–18
4	Сухие мулловые	–	–	Мелкие карбонатные щебенчатые на плите известняка (рендзины)	–	2.0–4.0	–	8–12

Таблица 4. Продолжение.

№ п/п	Название почв по типам гумуса	Генетическое определение почв (по почвообразующим породам)			Углерод органического вещества (C, %)		C/N	
		На песчаных и супесчаных породах	На бескарбонатных и двучленных наносах	На карбонатных породах	Ao(At)	A1	Ao(At)	A1
5	Грубогумусные	Подзолы и подзолистые железо- и гумусово- иллювиальные	Подзолы и подзолистые контактно глееватые	—	35–40	0.5–2.0	28–40	14–25
6	Модергрубогумусные			—	35–40	0.5–2.0	25–35	14–20
7	Модергумусные			Карбонатные оподзоленные (бурые лессивированные)	28–36	2.0–4.0	20–25	10–15
8	Модермуллевые	30–35	1.0–3.0		20–25	10–12		
9	Муллевые	Буро-подзолистые и бурые лесные	Подзолистые и буроподзолистые	Карбонатные выщелоченные и насыщенные	35–40	1.0–2.0	25–30	6–12
10	Дерновые	Подзолистые гумусово- и железо- иллювиальные	Подзолистые и подзолистые контактно- глееватые	Карбонатные насыщенные, выщелоченные и оподзоленные	20–30	2.0–5.0	20–30	8–14
11	Влажные грубогумусные	Подзолы и подзолистые гумусово- иллювиальные	Подзолистые поверхностно- глееватые	—	35–40	2.5–5.6	25–30	—
14	Торфянисто- грубогумусовые	Подзолы гумусово- иллювиальные	Подзолистые поверхностно- глееватые	—	35–40	2.0–5.0	30–45	15–20
15	Торфянисто- модергумусные	—		—	30–40	4.0–6.0	28–35	10–15
16	Торфянистые	Подзолы гумусово- иллювиальные	Подзолисто-глеевые и глеевые	—	35–45	2.0–4.0	30–50	15–20
17	Торфянисто-перегнойные				20–40	3.0–8.0	25–40	10–20
18	Перегнойные	—		Карбонатные глеевые	20–30	6.0–12.0	18–25	6–12
19	Торфяные	Болотные верхового и переходного типа			40–50	—	35–60	—
20	Торфяно-перегнойные	Болотные переходного и низинного типа			20–40	—	20–40	—
21	Перегнойно-торфяные	Болотные низинного типа			20–35	—	20–30	—

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД В КАЧЕСТВЕ СТИМУЛЯТОРА ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ НА ПОСТТЕХНОГЕННЫХ ОТВАЛАХ

Е.И. Макаеева

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

Для решения проблемы нарушения почвенного покрова создаются различные методы. Так сотрудниками кафедры природопользования и земельного кадастра НИУ «БелГУ» в 2012 году заложен долгосрочный эксперимент по стимулированию естественного воспроизводства почвенно-растительного покрова путем использования осадка коммунальных сточных вод на отвалах горнорудной промышленности.

ВВЕДЕНИЕ

«Почва – кожа Земли и без нее не будет процветания» – слова известного советского ученого Н.Ф. Реймерса. Обеспокоенность в настоящее время вызывают нарушения почвенного покрова, которые встречаются повсеместно, затрагивая различные регионы, природные зоны, экосистемы [2]. Для решения этой проблемы используются старые методы и разрабатываются новые (конструирование почв Смагина А.В.[5], метод агростепей Дзыбова Д.С.[3]).

Сотрудниками кафедры природопользования и земельного кадастра НИУ «БелГУ» в 2012 г. заложен долгосрочный эксперимент по стимулированию процесса естественного воспроизводства почвенно-растительного покрова путем использования осадка коммунальных сточных вод (ОСВ) на отвалах горнорудной промышленности.

Белгородская область обладает высоким уровнем почвообразовательного потенциала. Но неблагоприятные эдафические свойства отвалов, эрозия и дефляция замедляют процессы самозарастания и почвообразования. Поэтому главной становится задача стимулирования формирования почвенно-растительного покрова и ускорение стадий этого процесса.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования является опытный участок отвалов скальных вскрышных пород Лебединского горно-обогатительного комбината с нанесенной ренатурационной смесью.

Исследование включает применение различных методов для оценки экологической безопасности применяемой смеси (рентгенофлуоресцентный анализ, потенциометрический анализ реакции среды водной вытяжки), а также – процесса почвообразования (определение общего содержания гумуса в почве по методу Тюрина в модификации Симакова).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Для благоприятного развития растений был разработан субстрат, обладающий первичным плодородием, и определен оптимальный объем его нанесения. Слой субстрата мощностью 6–7 см с относительным содержанием органического вещества около 2 % стимулирует развитие гумусового горизонта и является благоприятным для роста растений и почвообразования [1]. Такой слой может быть создан на основе горных пород с наиболее высоким почвообразовательным потенциалом – лёссовидных суглинков в смеси с гумусированным материалом или про-гумусовым органическим веществом (например, компостом, сапропелем, осадком сточных вод и др.) – с учетом степени его гумификации, а также с использованием сено-семенной смеси дикорастущих трав (преимущественно рудеральных видов). Использование ОСВ позволит решить актуальную проблему его утилизации [4].

При нашем участии была разработана ренатурационная смесь на основе карбонатных лессовидных суглинков и ОСВ г. Белгорода. Для ускорения формирования растительного покрова в смесь добавлены семена костра кровельного (*Bromus tectorum* L.) и донника лекарственного (*Melilotus officinalis*). Эти однолетние растения, обладающие высокой всхожестью и устойчивостью к неблагоприятным водно-физическим свойствам субстрата, способствуют быстрому его закреплению на поверхности отвалов. В итоге норма высева составила 50–70 кг/га.

При использовании фактических значений содержания органического вещества и влажности субстратов массовое отношение ОСВ и суглинка равно 1:17.5. При мощности наносимого слоя в 6 см с плотностью сложения 1.15 г/см^3 расход ренатурационной смеси составил 690 т/га, а расход ОСВ – 39.43 т/га в сухом веществе.

По результатам рентгенофлуоресцентного анализа, представленным в таблице 1, содержание тяжелых металлов (ТМ) не превышает допустимого валового содержания в ОСВ [6]. При сравнении ОСВ с лёссовидным суглинком выявлено значительное превышение содержания таких микроэлементов, как цинк (в 15 раз), стронций (в 4 раза), никель, медь, свинец (более чем в 2 раза), также в ОСВ содержится значительное количество элементов плодородия, особенно фосфора и кальция. После объединения компонентов в смесь происходит существенное снижение концентрации микроэлементов, поэтому ОСВ в составе смеси не представляет опасности для здоровья людей.

Таблица 1. Среднее содержание химических элементов ОСВ г. Белгорода, карбонатного лессовидного суглинка и в ренатурационной смеси, мг/кг.

Показатели химического состава	ОСВ	Лессовидный суглинок	Ренатурационная смесь	ПДК ТМ в удобрении на основе ОСВ (группа II)
Zn	1141.28±10.88	74.06±3.587	71.96±1.491	1750
Sr	588.46±5.09	139.62±9.800	96.43±4.245	
Cr	111.09±0.53	88.72±5.500	83.66±1.882	500
Ni	94.34±0.85	41.83±1.563	39.87±0.554	200
Cu	87.11±1.96	36.96±1.030	40.16±2.278	750
Pb	45.81±2.58	20.46±2.601	13.76±3.127	250
CaO	13.80±0.07	5.46±0.102	5.23±0.061	
P ₂ O ₅	8.84±0.15	0.14±0.006	0.14±0.009	
MgO	1.09±0.08	1.26±0.036	1.11±0.028	

Опыт проводился на участке отвалов Лебединского ГОКа. Ренатурационная смесь наносилась на элювий окисленных кварцитов осенью. Для этого удалялся почвенно-растительный покров, наносился субстрат мощностью 5–7 см. В качестве первичной защиты поверхности от водного и ветрового воздействия в состав смеси и на ее поверхность были включены мульчирующие компоненты, представляющие собой сено-семенную смесь указанных видов растительности.

За один сезон сформировался растительный покров, представленный кострово-донниковой ассоциацией с участием крестовника Якова. Мощность образовавшейся подстилки менее 3 мм, местами отсутствует. На поверхности субстрата отмечены водорослевые плёнки. Поверхность субстрата оструктурена, структура непрочная, комковато-порошистая, присутствуют копролиты. Мощность оструктуренного слоя, пронизанного корнями равна 12 мм, он морфологически хорошо отделен от остальной массы субстрата. Признаки гумусообразования наблюдаются во всей толще нанесенного субстрата. На отдельных агрегатах заметны серые потёки гумусовых веществ. Под куртинами костра кровельного субстрат густо пронизан корнями и трудно отделяется от подстилающей породы, густо пронизан копролитами.

По данным табл. 2 видно, что после одного года экспозиции состав смеси изменился несущественно: стабильно содержание никеля и меди, несколько увеличилось содержание свинца, хрома, стронция, цинка. Произошло биогенное накопление углерода и фосфора.

Таблица 2. Среднее содержание химических элементов ренатурационной смеси и элювия окисленных кварцитов, мг/кг.

Показатели химического состава	Элювий окисленных кварцитов	Ренатурационная смесь	Ренатурационная смесь года экспозиции	ПДК ТМ в удобрении на основе ОСВ (группа II)
Zn	62.04	71.96±1.491	80.00	1750
Sr	189.65	96.43±4.245	106.34	
Cr	191.18	83.66±1.882	85.47	500
Ni	60.34	39.87±0.554	39.73	200
Cu	35.98	40.16±2.278	40.02	750
Pb	121.62	13.76±3.127	16.98	250
CaO	0.27	5.23±0.061	5.12	
P ₂ O ₅	0.13	0.14±0.009	0.16	
MgO	2.16	1.11±0.028	1.00	

Проведен потенциометрический анализ реакции среды водной вытяжки. Актуальная кислотность субстрата года экспозиции слабощелочная (pH = 7.77), что способствует сорбции тяжелых металлов субстратом.

Определение общего содержания гумуса в почве проходило по методу Тюрина в модификации Симакова. По данным таблицы 3, содержание гумуса заметно возросло на 0.5–0.7 %. Достоверность различий в вариантах опыта с контролем определена с использованием t-теста. Т.к. большая часть бактерий принадлежит к гетеротрофным, т.е. требующим для своего существования готового органического вещества, то можно предположить, что исходный гумус смеси частично ушел на питание, а сформированный гумус – это результат гумификации как растительных остатков, так и осадка сточных вод.

Таблица 3. Среднее содержание гумуса и углерода в пробах, отобранных с участка и в исходной смеси.

Вариант	Среднее содержание гумуса, %	Прибавка гумуса, %	Наименьшая существенная разность (НСР ₀₅) с контролем	Среднее содержание углерода, %
Субстрат (1 год), возвышение микрорельефа	2.34±0.05	0.66	0.283	1.36
Субстрат (1 год), понижение микрорельефа	2.16±0.06	0.48	0.286	1.26
Исходная смесь (контроль)	1.68±0.24	–	–	0.98

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создана ренатурационная смесь на основе карбонатных лессовидных суглинков в смеси с ОСВ. Определена оптимальная мощность нанесения в 6–7 см с относительным содержанием органического вещества около 2 %.

Содержание тяжелых металлов в составе субстрата не превышает ПДК, что обеспечивает его экологическую безопасность. Инактивации ТМ способствует слабощелочная среда, а также накопление органического вещества и гумуса.

Ренатурационная смесь стимулирует формирование почвенно-растительного покрова на элювии окисленных кварцитов. Растительный покров представлен кострово-донниковой ассоциацией, мощность оструктуренного слоя равна 12 мм.

Содержание гумуса возросло на 0.5–0.7 %, что соответствует накоплению углерода со скоростью 233.45–328.83 г/см² в год. При масштабном использовании данная технология обеспечит скорость фиксации углерода 2.3–3.3 т/га в год, что сопоставимо с ассимилирующей способностью широколиственных лесов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голушов П.В., Лисецкий Ф.Н. Воспроизводство почв в антропогенно нарушенных ландшафтах лесостепи. – М.: ГЕОС, 2009. – 210 с.
2. Гродницкая И.Д., Трефилова О.В., Шишкин А.С. Агрохимические и микробиологические свойства техногенных почв отвалов (канско-рыбинская плотина) // Почвоведение – 2010. – № 7, – С. 867–878.
3. Дзыбов Д.С. Методология и стратегия экологической реставрации естественной травяной растительности в геометрической прогрессии (метод агростепей): Теоретические и прикладные проблемы использования, сохранения и восстановления биологического разнообразия травяных экосистем. Материалы Междунар. науч. конф. Ставрополь: «Агрус», 2010. С. 139–144.
4. Пахненко Е.П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения: учебное пособие / Е.П. Пахненко. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 311 с.: ил.
5. Смагин, А.В. Теория и практика конструирования почв/ А.В. Смагин. – М.: Издательство Московского университета, 2012. – 544 с., ил.
6. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001. Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений.

Работа рекомендована д.г.н., доц. П.В. Голушовым.

УДК 631.427.4

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СОЕДИНЕНИЙ УГЛЕРОДА В ТУНДРОВЫХ ПОЧВАХ СЕВЕРНОЙ ФЕННОСКАНДИИ

М.Н. Маслов

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
факультет почвоведения

В микробной биомассе тундровых почв закреплено менее 1 % от всего почвенного углерода экосистемы. Эффективность использования углерода микроорганизмами зависит от расположения почвы в макро- и мезорельефе. Наиболее эффективное использование субстрата характерно для почв равнинной тундры, а в горной тундре – для органогенных горизонтов почв, занимающих элювиальные положения в ландшафте и минеральных горизонтов почв, занимающих аккумулятивные положения.

ВВЕДЕНИЕ

Низкие среднегодовые температуры и высокая влажность в Арктике приводят к замедлению процессов гумификации и минерализации растительных остатков. В результате в тундровых почвах формируются органогенные горизонты различной мощности, состоящие из слабогумифицированного материала и содержащие значительные запасы органического углерода – до 12 до 14 % всего почвенного углерода планеты. Согласно большинству прогнозов повышение температуры окружающей среды приведет к увеличению скорости эмиссии CO₂ из тундровых почв [1, 3, 5, 9, 11, 14, 17, 18].

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-04-10090-а и гранта Нидерландской организации по научным исследованиям (NWO) № 047.018.003

© М.Н. Маслов, 2014

Целью данной работы была оценка потенциальной скорости минерализации органического вещества тундровых почв северной Фенноскандии с учетом функционального состояния почвенного микробного сообщества.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальные площадки расположены в районе исследовательской станции Абиско (Швеция, 68°21'N, 18°49'E) в 200 км севернее Полярного круга. Исследовали почвы 8 наиболее распространенных здесь тундровых биогеоценозов, приуроченных к горной и равнинной территории. В горно-тундровом поясе исследовали почвы пяти экосистем: флавоцеттаририево-вороничной (ФВ), зеленомошно-кустарничковой (ЗК), ивово-мелкотравной вблизи рано тающего снежника (ИМР), ивово-мелкотравной вблизи поздно тающего снежника (ИМП) и душисто-колосково-разнотравной (ДКР). Объекты расположены на юго-западном макросклоне г. Ньюла на высоте 700–800 м н.у.м. Почвы горной тундры сформированы на элювии сланцев характеризуются слабо развитым профилем. В биогеоценозе ФВ формируется сухоторфяно-подбур иллювиально-гумусовый [4] или Folic Leptosol [15], в ЗК – литозем перегнойный типичный (Folic Leptosol), в ИМР, ИМП и ДКР формируются литоземы перегнойно-темногумусовые потечно-гумусовые (Haplic Leptosols).

На равнинном участке вблизи озера Турнетреск на высоте около 350 м н.у.м. изучены почвы трех биогеоценозов. Это сфагновое верховое болото (ВБ), кустарничково-лишайниковая (КЛ) и ерниковая (ЕР) экосистемы. Почвы равнинной тундры сформированы на отложениях озерной гальки. В биогеоценозе ВБ формируется торфяная олиготрофная остаточно-эутрофная почва (Haplic Histosol), в КЛ – литозем перегнойный типичный (Folic Leptosol), в ЕР – сухоторфяно-литозем перегнойно-торфяный (Folic Leptosol).

Образцы почв отбирали в июле–августе 2011 и 2012 гг. в виде монолитов 10×10 см по генетическим горизонтам на всю глубину профиля в 10-кратной повторности. Общее количество изученных почвенных образцов составило 136.

Потенциальная скорость минерализации органического вещества почв (PR_{min}), соответствующая потенциальной биологической активности, или интенсивности базального дыхания [6], определена по скорости выделения $C-CO_2$ в ходе лабораторной инкубации образцов почвы при +22 °C в течение суток. Концентрацию $C-CO_2$ определяли на газовом хроматографе «Кристалл-2000» с детектором по теплопроводности. Эффективность использования органического вещества микроорганизмами оценивали по показателю qCO_2 , который рассчитывали как частное от деления PR_{min} на $C_{микр}$.

Общее содержание C ($C_{общ}$) в почве определяли методом сухого сжигания в токе кислорода на элементном анализаторе ElementarVarioELIII. Лабильные соединения C экстрагировали 0.05 М K_2SO_4 [7]. Определение экстрагируемого органического C ($C_{орг}$) проводили на автоматическом анализаторе TOC-VCPN (Shimadzu). Углерод микробной биомассы ($C_{микр}$) определяли методом фумигации-экстракции [19] и рассчитывали как разницу концентраций $C_{орг}$ в фумигированных и нефумигированных образцах.

Основные химические характеристики изученных почв приведены в табл. 1. Поверхностные горизонты всех почв характеризуются высоким содержанием органического вещества. Максимальная концентрация $C_{общ}$ характерна для почв равнинной тундры (41–48 %) и для горизонта TJ сухоторфяно-подбура (32 %) в горной тундре. Содержание $C_{общ}$ в литоземах перегнойно-темногумусовых не превышает 13–17 %. Органическое вещество поверхностных горизонтов почв горной тундры относительно обогащено азотом (соотношение C/N обычно составляет 12–16, исключение – горизонт TJ сухоторфяно-подбура, где оно достигает 26). Органическое вещество почв равнинной тундры содержит меньше азота – типичные соотношения C/N составляют 29–37, а в горизонте TO (мертвая часть сфагнома) торфяной олиготрофной почвы оно достигает 96.

Изученные почвы значительно не различаются по содержанию экстрагируемого органического углерода. При этом почвы равнинной тундры содержат несколько больше $C_{орг}$, чем почвы горной тундры. Лабильное органическое вещество в разной степени обогаще-

но азотом – в горной тундре соотношение C/N постепенно уменьшается от почв кустарничковых к почвам травяно-кустарничковых и травяной экосистем. Наименее обогащено азотом экстрагируемое органическое вещество почв равнинной тундры.

В горной тундре содержание $C_{\text{микро}}$ максимально в почвах кустарничковых экосистем и постепенно снижается в почвах травяной экосистемы. Для равнинной тундры не выявлено статистически значимых различий в содержании $C_{\text{микро}}$ в поверхностных горизонтах почв разных биогеоценозов. В целом, почвы равнинной тундры содержат больше $C_{\text{микро}}$, чем почвы горной тундры. Соотношение C/N в микробной биомассе тундровых почв является относительно постоянным и варьирует в среднем в пределах 9–13. Более подробная характеристика почв была дана ранее [8].

Таблица 1. Основные химические свойства изученных тундровых почв северной Фенноскандии.

Экосистема	Почвенный горизонт	pH	$C_{\text{общ}}, \%$	$C_{\text{общ}}/N_{\text{общ}}$	$C_{\text{орг}}, \text{мг/кг}$	$C_{\text{орг}}/N_{\text{орг}}$	$C_{\text{микро}}, \text{мг/кг}$	$C_{\text{микро}}/N_{\text{микро}}$
Горная тундра								
ФВ	TJ	4.1±0.1	32.1±3.9	26.5±1.1	675±128	13.2±0.9	1763±486	12.4±0.6
	BH	4.6±0.2	4.4±0.5	19.3±1.5	87±15	8.2±2.9	142±50	12.6±4.5
ЗК	H	4.3±0.1	14.5±2.9	16.5±0.8	270±75	10.7±2.9	802±222	10.4±2.9
ИМР	АН	4.9±0.1	16.7±2.6	14.3±0.6	872±167	6.0±1.0	1447±336	9.8±0.8
	C_{hi}	5.2±0.2	2.3±0.6	11.1±0.6	112±28	7.8±2.0	121±34	9.3±1.3
ИМП	АН	5.2±0.1	12.7±1.9	13.2±0.6	758±144	5.0±0.7	947±282	9.8±0.8
	C_{hi}	5.7±0.2	2.5±0.3	10.0±0.7	93±19	4.5±0.7	132±21	9.1±1.2
ДКР	АН	5.1±0.1	14.4±2.5	12.6±0.3	657±69	4.2±0.4	1037±162	10.1±1.1
	C_{hi}	5.5±0.2	3.9±0.7	11.2±0.8	369±143	4.9±0.4	788±450	9.8±0.9
Равнинная тундра								
ЕР	TJ	5.3±0.1	47.2±0.9	33.7±1.2	907±82	42.1±2.0	2847±345	10.2±0.7
КЛ	H	5.2±0.1	48.0±0.4	33.8±2.5	945±78	30.3±3.3	2888±453	12.0±0.4
ВБ	ТО	3.9±0.1	41.2±0.1	96.2±6.1	895±109	44.7±5.5	3578±543	13.2±1.4
	ТЕ	5.5±0.1	44.7±0.8	33.3±1.9	825±170	39.7±2.8	1186±388	7.6±1.3

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Потенциальная скорость минерализации органического вещества почвы микроорганизмами, определенная в лабораторных условиях (оптимальный гидротермический режим, нарушенная структура почвы), мало соответствует осуществлению микроорганизмами своих функций в природе. Однако этот показатель позволяет корректно провести сравнительную оценку почв [2]. Значения PR_{min} для исследованных тундровых почв приведены в табл. 2.

Высокие значения PR_{min} характерны для поверхностных органогенных горизонтов, за исключением горизонта ТО торфяной олиготрофной почвы, в котором сильноокислая реакция среды ограничивает активность микроорганизмов и продукцию ими углекислого газа. Продукция CO_2 поверхностными органогенными горизонтами варьирует в пределах от 55 до 100 $\text{мг С} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$ для почв горной тундры и от 44 до 223 $\text{мг С} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$ для почв равнинного участка. В подповерхностных органоминальных горизонтах почв величина PR_{min} уменьшается в 5–12 раз. В торфяном горизонте ТЕ продукция CO_2 в несколько раз выше, чем в поверхностном горизонте ТО, и находится в диапазоне варьирования характерном для поверхностных горизонтов почв кустарничковых экосистем. Полученные нами значения продукции CO_2 близки к данным Harndorf [12] для аналогичных сообществ, но в среднем на 20 % выше, чем результаты Longstrometal [16].

Удельное микробное дыхание $q\text{CO}_2$ является важным индикатором эффективности использования субстрата. В исследованных почвах этот показатель достаточно сильно варьирует (табл. 2). Так, для почв горной тундры, занимающих элювиальное (ФВ), а также транзитное (ИМР) положение в ландшафте, наименее эффективное использование суб-

страта происходит в подповерхностных горизонтах. В почве ИМП показатели $q\text{CO}_2$ для поверхностного органогенного и подповерхностного органоминерального горизонтов практически равны. В почве ДКР, занимающей аккумулятивное положение в катене, более эффективное использование субстрата (т.е. наименьшее выделение CO_2 для поддержания единицы углерода микробной биомассы) характерно для подповерхностного органоминерального горизонта. Эффективность использования субстрата микроорганизмами в почвах равнинной тундры в целом выше, чем в горной. Значительные внутрипрофильные различия величины удельного микробного дыхания, а также существенное варьирование этого показателя в почвах разных экосистем, может свидетельствовать о неустойчивом функционировании микробиологических процессов цикла углерода в тундровых почвах.

Таблица 2. Потенциальная скорость минерализации органического вещества ($\text{PR}_{\min}$) и эффективность использования субстрата микроорганизмами тундровых почв.

Экосистема	Почвенный горизонт	$\text{PR}_{\min}$, $\text{мгC-CO}_2\text{кг}^{-1}\text{сут}^{-1}$	$q\text{CO}_2$, $\text{мкгC-CO}_2\text{мг}^{-1}\text{C}_{\text{мкр}}\text{сут}^{-1}$	$\text{C}_{\text{мкр}}/\text{C}_{\text{общ}}$	$\text{C}_{\text{мкр}}/\text{C}_{\text{орг}}$
Горная тундра					
ФВ	ТJ	100±11	57±5	0.6±0.05	261±33
	ВН	27±6	189±21	0.3±0.03	163±12
ЗК	Н	83±8	103±15	0.6±0.06	297±25
ИМР	АН	98±16	68±6	0.9±0.09	165±11
	C_{hi}	19±3	155±24	0.5±0.05	108±12
ИМП	АН	81±17	85±6	0.8±0.08	125±18
	C_{hi}	10±2	74±7	0.5±0.05	142±13
ДКР	АН	55±15	53±4	0.7±0.07	158±21
	C_{hi}	5±2	6±1	2.0±0.21	214±25
Равнинная тундра					
ЕР	ТJ	93±22	33±2	0.7±0.05	314±28
КЛ	Н	223±11	77±6	0.6±0.05	306±25
ВБ	ТО	44±6	13±2	0.9±0.09	400±37
	ТЕ	161±44	136±15	0.3±0.04	144±25

Варьирование показателя $q\text{CO}_2$ в тундровых почвах хорошо согласуется с соотношением $\text{C}_{\text{мкр}}/\text{C}_{\text{общ}}$ (табл. 2), которое не только служит индикатором доступности органического углерода почвы для микроорганизмов, но и позволяет оценить степень его закрепления в микробной биомассе. В целом для тундровых почв этот показатель не превышает 1 %. В почвах горной тундры доля $\text{C}_{\text{мкр}}$ в общем пуле углерода увеличивается в почвах транзитных (ИМР, ИМП) и аккумулятивных (ДКР) позиций по сравнению с почвами, занимающими элювиальные позиции (ФВ, ЗК), а также почвами равнинной тундры, и достигает максимума (2 %) в горизонте C_{hi} литозема перегнойно-темногумусового в биогеоценозе ДКР. Такая закономерность может быть объяснена степенью гумификации органического вещества почвы: максимальное закрепление углерода в микробной биомассе происходит в так называемых «центрах гумификации», наиболее увлажненных и обеспеченных теплом (ИМП, ДКР). Органический материал в эти почвы поступает в виде слабогумифицированного надземного и подземного опада травянистых растений. Органическое вещество почв кустарничковых и болотной экосистем слабогумифицировано, содержит большое количество неразложившихся растительных остатков, обогащено лигнином и другими трудноразлагаемыми органическими веществами. Кроме того, в летний период эти почвы прогреваются в меньшей степени, чем почвы ИМП и ДКР. Сочетание гидротермических показателей и биохимического состава поступающего в почву растительного опада определяет степень закрепления углерода в составе микробной биомассы почв. При этом снижение показателя $\text{C}_{\text{мкр}}/\text{C}_{\text{общ}}$ говорит, прежде всего, о снижении доступности почвенного органического вещества для микроорганизмов, а не о снижении его общего содержания в почве [13].

Наиболее доступной для микроорганизмов является лабильная фракция органического вещества почвы. Изменение показателя $C_{\text{микро}}/C_{\text{орг}}$, характеризующего доступность лабильного углерода для микроорганизмов и степень его закрепления в микробной биомассе, имеет ряд отличий от показателя $C_{\text{микро}}/C_{\text{общ}}$. Максимальное закрепление лабильного углерода характерно для поверхностных органогенных горизонтов почв кустарничковых и болотной экосистем, а также органоминерального горизонта C_{hi} литозема перегнойно-темногумусового в биогеоценозе ДКР. Подобное увеличение может быть связано с изменением состава почвенных микроорганизмов и повышением доли микромицетов. Известно, что почвенные грибы способны вовлекать до 30–40 % потребленного углерода в состав мицелия. Для бактерий этот показатель составляет не более 10 % [10]. Преобладание микромицетов в почвах с более низким pH и высоким содержанием слабогумифицированного органического вещества вполне закономерно.

ВЫВОДЫ

1. Продукция CO_2 максимальна в поверхностных органогенных горизонтах тундровых почв северной Фенноскандии и варьирует в пределах от 55 до 100 $\text{мг С} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$ для почв горной тундры и от 44 до 223 $\text{мг С} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$ для почв равнинной тундры.

2. Наиболее эффективное использование субстрата отмечено в почвах равнинной тундры, а также органогенных горизонтах почв горной тундры, занимающих элювиальные положения и минеральных горизонтах почв горной тундры, занимающих аккумулятивное положение.

3. В составе микробной биомассы почв закреплено не более 1 % всего почвенного углерода экосистемы. На степень закрепления углерода в микробной биомассе оказывают влияние биохимический состав опада и гидротермические условия.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Замолотчиков Д.Г., Лопес де Гереню В.О., Карелин Д.В., Иващенко А.И., Честных О.В.* Эмиссия углерода южными тундрами в холодный период года // ДАН, 2000. Т 372, № 5, с. 709–711.
2. *Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М.* Биология почв. М., Изд-во Московского университета, 2005.
3. *Карелин Д.В., Иващенко А.И., Замолотчиков Д.Г.* Геоинформационный подход в изучении сезонной динамики надземной фитомассы арктических экосистем: мода или необходимость? // Журнал общей биологии, 1996. Т. 57, № 5, с. 608–627.
4. *Классификация и диагностика почв России.* – Смоленск: Ойкумена. – 2004. – 342 с.
5. *Кудеяров В.Н., Курганова И.Н.* Дыхание почв России: анализ базы данных, многолетний мониторинг, общие оценки // Почвоведение, 2005. № 9, с. 1112–1121.
6. *Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О., Тиунов А.В., Курбатова Ю.А., Аничкин А.Е., Кузнецов А.Н.* Микробная активность и скорость минерализации органического вещества почвы // Структура и функционирование почвенного населения тропического муссонного леса (национальный парк Кат Тьен, Южный Вьетнам. М., Товарищество издательств КМК: 2012. С. 219–234.
7. *Макаров М.И., Шулева М.С., Малышева Т.И., Меняйло О.В.* Растворимость лабильных форм азота и углерода почв в K_2SO_4 разной концентрации // Почвоведение, 2013. № 4, с. 408–413.
8. *Маслов М.Н., Макаров М.И.* Органическое вещество почв горной тундры северной Фенноскандии // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение, 2013. № 3, с. 3–7.
9. *Швиденко А.З., Нильссон С., Столбовой В.С., Рожков В.А., Глюк М.* Опыт агрегированной оценки основных показателей биопродукционного процесса и углеродного бюджета наземных экосистем России. 2. Нетто-первичная продукция экосистем // Экология, 2001. № 2, с. 83–90.

10. *Adu J.K., Oades J.M.* Utilization of organic materials in soil aggregates by bacteria and fungi // *Soil Biology and Biochemistry*, 1978. № 10, p. 117–122.
11. *Dorrepaal E., Toet S., van Logtestijn R.S.P., Swart E., van de Weg M.J., Callagan T.V., Aerts R.* Carbon respiration from subsurface peat accelerated by climate warming in the subarctic // *Nature* 2009. № 460, P. 616–U79.
12. *Harndorf J.* Soil N dynamics under different alpine vegetations along a local gradient in north Sweden. Umea University, Sweden, 2005.
13. *Insam H., Domsch K.H.* Relation between soil organic carbon and microbial biomass on chronosequences of reclamation sites // *Microbial Ecology*, 1988. № 2, p. 177–188.
14. *IPCC Climate Change 2007: Impacts, Adaptations and Vulnerability.* Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2007.
15. *IUSS Working Group WRB.* 2006. World reference base for soil resources. World Soil Resources Reports. № 103. FAO, Rome. 2006.
16. *Lagerstrom A., Esberg C., Wardle D.A., Giesler R.* Soil phosphorus and microbial response to a long-term wildfire chronosequence in northern Sweden // *Biogeochemistry*, 2009. № 95, p. 199–213.
17. *Olsrud M., Christensen T.R.* Carbon cycling in subarctic tundra: seasonal variation in ecosystem partitioning based on *in situ* ^{14}C pulse-labelling // *Soil Biology and Biochemistry*, 2004. № 36, p. 245–253.
18. *Schlesinger W.H., Andrews J.A.* Soil respiration and the global carbon cycle // *Biochemistry*, 2000. № 48, p. 7–20.
19. *Vance E.D., Brookes P.C., Jenkinson D.S.* An extraction method for measuring soil microbial biomass C // *Soil Biology and Biochemistry*, 1987. V. 19, p. 703–707.

Работа рекомендована д.б.н., зав. кафедрой общего почвоведения М.И. Макаровым.

УДК 631.416.8

АККУМУЛИРОВАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ИМПАКТНОЙ ЗОНЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

А.Д. Мельникова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
admelnikova@gmail.com

В работе представлены сведения о содержании, статистическом и пространственном распределении валовых и подвижных форм тяжелых металлов: кадмия, свинца, цинка и меди – в почвенном покрове импактной (1–7 км) зоны завода по производству фосфорсодержащих минеральных удобрений.

ВВЕДЕНИЕ

Среди последствий хозяйственной деятельности человеческого общества особо важное значение имеет процесс прогрессирующего накопления металлов и металлоидов в окружающей среде [1]. По имеющимся литературным данным, химические комбинаты по производству фосфорсодержащих минеральных удобрений могут рассматриваться в качестве возможных источников загрязнения тяжелыми металлами почвенного покрова окружающих территорий [2, 3, 4].

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-04-10090-а и гранта Нидерландской организации по научным исследованиям (NWO) № 047.018.003

© А.Д. Мельникова, 2014

Сырье и отходы производства фосфорсодержащих минеральных удобрений в больших количествах могут содержать цинк и стронций, а также иметь в своём составе примеси кадмия, свинца и меди [5].

Количество тяжелых металлов, находящихся в сырье, зависит от его месторождения. Апатиты Кольского полуострова содержат значительно меньше примесей по сравнению с сырьевыми источниками других стран (табл. 1).

Таблица 1. Содержание микроэлементов в фосфатном сырье различных стран (мг/кг) [6].

Элемент	Россия (Кольский п-ов)	Южная Африка	Северная Африка (Марокко)	США (Флорида)	Сенегал
Кадмий	0.1	1.3	15	9	53
Свинец	3	11	10	17	5
Цинк	19	6	200–400	70	н/д
Медь	30	102	40	13	н/д

В то же время, количество потенциально опасных для почвы веществ, остающихся в отходе производства – фосфогипсе – также зависит от типа сырья и его месторождения (табл. 2).

Таблица 2. Содержание некоторых, потенциально опасных примесей в фосфогипсе из хибинского и ковдорского апатитового сырья в % на абсолютно-сухую (105 °С) навеску [6].

Элемент	Хибинское апатитовое сырье (ОАО «Балаковские минеральные удобрения»)	Ковдорское апатитовое сырье (ОАО «Белореченские минеральные удобрения»)
Кадмий	$<0.3 \cdot 10^{-5}$	$<0.5 \cdot 10^{-5}$
Свинец	$1.8 \cdot 10^{-4}$	$0.5 \cdot 10^{-4}$
Цинк	$1.3 \cdot 10^{-3}$	$1.5 \cdot 10^{-3}$
Медь	$4.5 \cdot 10^{-3}$	$2.0 \cdot 10^{-3}$

Доступность тяжёлых металлов для растений лимитируется кислотной реакцией почвенного раствора, количеством органического вещества и гранулометрическим составом почвенного горизонта.

В частности, кадмий максимально подвижен в почве при $pH_{H_2O} < 5$. При этом максимальное поступление кадмия в солому и зерно по имеющимся экспериментальным данным происходит при достижении pH_{KCl} значения 5.5–5.7 [7].

Ионы свинца, поступающие в почву, быстро теряют подвижность в результате химических реакций, сопровождающихся образованием трудно растворимых фосфатов, сульфатов, карбонатов и гидроксидов. Кроме того, свинец может закрепляться в почве за счет поглощения органическими и минеральными коллоидами [8].

Доступность для растений ионов цинка и меди контролируется растворимостью их гидроксидов, фосфатов и карбонатов в почве, а также процессами адсорбции глинистыми минералами и комплексобразования с органическим веществом почвы. Медь и цинк наиболее доступны для растений в диапазоне pH_{H_2O} 5.0–7.0.

Величина негативного эффекта, оказываемого тяжелыми металлами на состояние почвенного покрова, определяется спецификой промышленного объекта и геоэкологическими условиями региона.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

ОАО «Воскресенские минеральные удобрения» (далее: ОАО «ВМУ») – одно из крупнейших предприятий по производству минеральных удобрений в нашей стране. История предприятия ОАО «ВМУ» ведёт свое начало от 1930 г., когда был сдан в эксплуатацию первый цех по производству фосфоритной муки из местной руды. Затем предприятие значительно расширилось, производство неоднократно модернизировалось. Впервые в СССР было налажено массовое производство гранулированного суперфосфата (1950 г.) и двойного гранулированного суперфосфата (1963 г.). В настоящее время обладает производственными мощностями по выпуску 750 тыс. фосфорсодержащих удобрений в год [9].

Отбор образцов из верхнего (0–10 см) слоя почвы проводился в июле 2012 года. Образцы отбирались с 42 пробных площадок. Почвенные пробы отбирали на расстоянии более 200 м от близлежащих автомагистралей. С каждой площадки было отобрано по 5 почвенных образцов, которые впоследствии были высушены и усреднены методом квартования. Содержание всех элементов в усредненном образце определялось в трёхкратной повторности.

В качестве объектов исследования были выбраны [10]:

1. дерново-подзолистые типичные средне-мелкие неглубокоосветленные средне гумусированные среднесуглинистые почвы на суглинках водно-ледникового происхождения – 2 трансекты в северо-западном и западном направлениях, всего 10 образцов;

2. агродерново-подзолистые среднепахотные мало гумусированные среднесуглинистые почвы разной степени окультуренности на суглинках водно-ледникового происхождения – 3 трансекты в юго-западном, юго-восточном и северо-восточном направлениях, всего 22 образца;

3. аллювиальные серогумусовые (дерновые) поверхностно глееватые средне гумусированные тяжелосуглинистые почвы на аллювиальных отложениях – 2 трансекты в юго-восточном и северо-восточном направлениях вдоль правого берега р. Москвы, всего 9 образцов.

Контрольный образец был отобран в 9 км к юго-востоку от предприятия.

Содержание валовых и подвижных форм кадмия, свинца, цинка и меди измерялось в ОАО «ЦСЭМ «Московский» (генеральный директор д.с.-х.н. Е.В. Курганова) по аккредитованной методике ЦИНАО. Валовые формы экстрагировались раствором HNO_3 при кипячении в течение 30 мин. Подвижные формы извлекались из почвы ацетатно-аммонийным буферным раствором с pH 4.8. [11]

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Статистическая обработка полученных результатов и визуализация данных проводилась при помощи программного обеспечения STATISTICA 6.0 и Excel 2013. Уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался $p < 0.05$.

Основные статистические показатели распределения валовых и подвижных форм тяжелых металлов представлены в табл. 3.

Превышения ОДК в почве для Cd в 2.7 и 4.0 раза были зафиксированы на северо-западной трансекте дерново-подзолистых почв в 3.5 и 4 км от предприятия и в 1 км и 500 м от фосфогипсового отвала, соответственно. Всего превышения ОДК по кадмию были зафиксированы на 4.7 % исследованной территории. Высокое содержание поллютанта здесь можно объяснить не только аэротехногенной эмиссией с производства, но и пылевой эмиссией частиц фосфогипса с отвала (рис. 1).

Превышение ОДК свинца также приурочены к территории, расположенной на расстоянии 0.5–1 км от фосфогипсового отвала. Максимальное содержание валовой формы свинца (99.4 мг/кг, превышение ОДК свинца в 1.5 раза) было обнаружено на расстоянии 3.5 км от предприятия и 1 км от фосфогипсового отвала. Также в 500 м от отвала зафиксировано ещё одно небольшое превышение ОДК свинца (78.0 мг/кг, превышение в 1.2 раза). На 95.3 % исследованной территории содержание свинца находится в пределах установленных нормативов.

Таблица 3. Содержание валовых и подвижных форм тяжелых металлов в почвенном покрове и статистические показатели содержания элемента в почве [12].

Элемент	Форма	ОДК [13] ПДК [14], мг/кг	Фон, мг/кг	$\bar{x}$, мг/кг	$S_{\bar{x}}$, мг/кг	Мин., мг/кг	Макс., мг/кг	s^2 , мг ² /кг ²	s , мг/кг	V
Cd	вал	1	0.13	0.43	0.11	0.10	4.04	0.49	0.70	1.65
	подв	нет	0.02	0.09	0.01	0.01	0.46	0.01	0.08	0.87
Pb	вал	65	4.72	13.28	2.86	2.31	99.43	344.02	18.55	1.40
	подв	6	0.47	0.70	0.09	0.03	2.27	0.36	0.60	0.85
Zn	вал	110	8.30	17.09	2.39	5.89	87.42	239.73	15.48	0.91
	подв	23	2.42	4.68	0.85	1.45	32.67	30.16	5.49	1.17
Cu	вал	66	5.27	10.45	1.17	3.46	38.18	57.79	7.60	0.73
	подв	3	0.25	0.58	0.07	0.16	2.28	0.23	0.48	0.82

Примечание: $\bar{x}$ – среднее; $S_{\bar{x}}$ – ошибка среднего; s^2 – дисперсия; s – стандартное отклонение; V – коэффициент вариации.

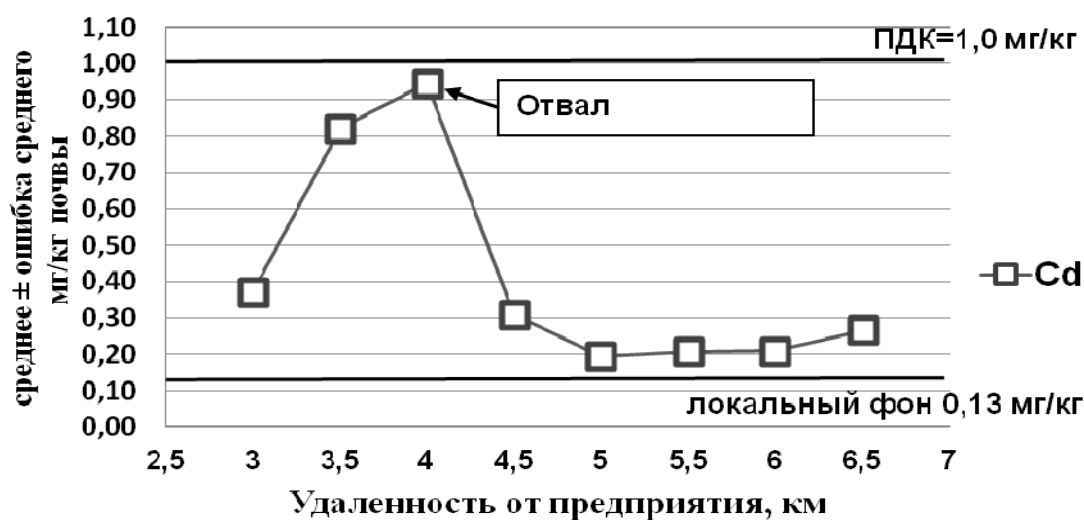


Рисунок 1. Содержание валовых форм Cd в импактной зоне ОАО «ВМУ».

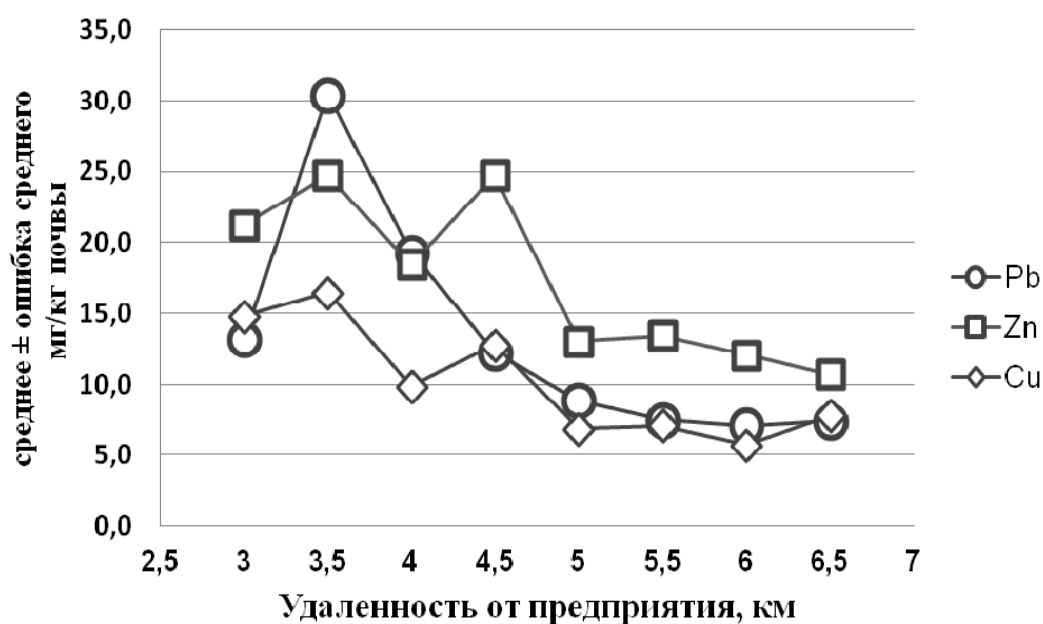


Рисунок 2. Содержание валовых форм Pb, Zn, Cu в импактной зоне ОАО «ВМУ».

Коэффициент вариации содержания валовых форм кадмия и свинца существенно выше, чем валовых форм цинка и меди, что свидетельствует о сильно выраженной неоднородности и высокой вариабельности их распределения в почвенном покрове.

Содержание валовых форм всех тяжелых металлов статистически достоверно убывает по мере удаления от предприятия. Содержания кадмия, свинца, цинка и меди выходит на локальный фоновый уровень на расстоянии 5.0 км от границы производства.

Подвижные формы тяжелых металлов до 2009 года нормировались согласно ГН 2.1.7.2041-06 [14]. На всей территории исследования было обнаружено единичное превышение содержания ПДК подвижной формы цинка (32.7 мг/кг, превышение в 1.4 раз), приуроченное к аллювиальной дерновой почве центральной поймы.

Доля подвижной формы кадмия в агродерново-подзолистой и дерново-подзолистой типах почв (39.0 %) в среднем в 3.6 раз выше, чем в аллювиальной (10.8 %). Высокая способность аллювиальной почвы к закреплению катиона кадмия объясняется более тяжёлым гранулометрическим составом и менее кислой реакцией среды.

Доля доступного для растений свинца в агродерново-подзолистой почве (11.8 %) в среднем в 1.8 раз выше, чем в дерново-подзолистой почве (6.5 %) и в 11.8 раз выше, чем в аллювиальной почве (1.0 %). Ввиду низкого уровня земледелия, большая часть ионов свинца на агродерново-подзолистых почвах района исследования связывается обменно, что можно объяснить неблагоприятными физико-химическими условиями почвы. Одними из наиболее неблагоприятных фактов, увеличивающими подвижность катионов свинца в почвенном растворе, являются аномально низкие значения актуальной кислотности при максимальных величинах гидролитической на юго-западной и юго-восточной трансектах агродерново-подзолистой почвы, что говорит о низком уровне ведения сельского хозяйства в импактной зоне аэротехногенной эмиссии поллютантов.

Достоверных отличий между содержанием подвижных форм цинка и меди в зависимости от типа почв обнаружено не было.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В импактной зоне предприятия ОАО «Воскресенские минеральные удобрения» обнаружены почвы с превышением ОДК по кадмию и свинцу. Превышения ОДК по цинку и меди выявлено не было. Доля загрязненных почв не превышает 5 % от общей площади исследованной территории.

Импактная зона загрязнения почвенного покрова газо-пылевыми выбросами с предприятия составляет в среднем 5 км для всех изучаемых поллютантов.

По мере удаления от предприятия с уменьшением степени загрязнения почв снижается содержание как валовых, так и обменных форм соединений тяжелых металлов, однако процент извлечения по отношению к валовому содержанию остается примерно одинаковым и зависит только от физико-химических характеристик данного типа почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 400 с.
2. Aoun M. et al. Releases of phosphate fertilizer industry in the surrounding environment: Investigation on heavy metals and polonium-210 in soil //Journal of Environmental Sciences. – 2010. – Т. 22. – №. 9. – С. 1387–1397.
3. Kassir L.N., Lartiges B., Ouaini N. Effects of fertilizer industry emissions on local soil contamination: a case study of a phosphate plant on the east Mediterranean coast //Environmental technology. – 2012. – Т. 33. – №. 8. – С. 873–885.
4. Smidt G.A., Koschinsky A., de Carvalho, L.M., Monserrat J. and Schnug, E (2011): Heavy metal concentrations in soils in the vicinity of a fertilizer factory in Southern Brazil Landbauforschung //Agriculture and Forestry Research – 2011. – Т. 61. – №. 4. – С. 353–364.

5. СанПиН 4266-87 Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами М.: 1987 г.
6. Любимова И.Н., Борисочкина Т.И. Влияние потенциально-опасных химических элементов, содержащихся в фосфогипсе, на окружающую среду. – Москва: Почвенный ин-т им. ВВ Докучаева РАСХН, 2007. – 46 с.
7. Битюцкий Н.П. Микроэлементы и растение. Учеб.пособие. — СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 1999. – 232 с.
8. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в агроландшафте. – СПб.: Изд-во ПИЯФ РАН, 2008. – 216 с.
9. ОАО «Воскресенские минеральные удобрения» [электронный ресурс]: <http://www.vmu.ru/index.html>
10. Классификация и диагностика почв России / Авторы и составители: Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова МИ. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
11. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М.: ЦИНАО, 1992. – 31 с.
12. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. Учебник. – М.: Изд-во МГУ – 1995. – 320 с.
13. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2511-09 «Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве» – М.: 2009 г.
14. Гигиенические нормативы 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве» – М.: 2009 г.

Работа рекомендована д.т.н., проф. Д.М. Хомяковым.

УДК 631.433.3

ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ НАГОРНОЙ ДУБРАВЫ «ЛЕС НА ВОРСКЛЕ»

А.С. Мостовая

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва

В данной работе определялась микробиологическая активность серых лесных почв сукцессионного хроноряда (пашня, разновозрастные залежи и зрелый коренной лес). В ходе исследований было установлено, что при переходе пахотных почв в залежные в горизонте 0–10 см происходит накопление органического углерода, увеличение дыхательной активности и содержания углерода микробной биомассы, а в горизонте 10–20 см повышается кислотность и заметно снижается микробиологическая активность.

ВВЕДЕНИЕ

Почвенные микроорганизмы осуществляют основные ферментативные процессы в почве, запасая энергию и элементы питания в своей биомассе [1]. Микробные сообщества почв являются весьма чувствительными к любым изменениям природной среды, как естественным, так и антропогенным [9]. Было показано, что выведение пахотных почв из сельскохозяйственного использования ведет к увеличению их микробиологической (дыхательной) активности [5, 6, 14] и к изменению структуры микробного сообщества [15, 4, 1]. Очевидно, что степень этих изменений будет зависеть от периода, в течение которого бывшие пахотные почвы не обрабатывались. В рамках настоящего исследования было проведено определение микробиологической активности серых лесных почв нагорной

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты №№ 12-04-00201а и 12-05-00198а) и гранта Научная школа НШ-6123.2014.4 и программы Президиума РАН №4.

© А.С. Мостовая, 2014

дубравы «Лес на Ворскле» (заповедник «Белогорье») на примере сукцессионного хроноряда, представляющего собой современную пашню, разновозрастные залежи с разными типами растительности и зрелый лесной ценоз.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Сукцессионный хроноряд бывших пахотных угодий располагался в Белгородской области (лесостепная зона, заповедник «Белогорье»). Природно-географические условия и почвы заповедника подробно описаны в учебном пособии Санкт-Петербургского университета [8]. Изучаемый хроноряд располагался на территории лесного массива «Лес на Ворскле», площадь которого составляет около 1000 га (50°33' с.ш. 36°03' в.д.). Практически всю территорию дубравы занимают серые лесные почвы различных подтипов, которые формируются под влиянием двух главных почвообразовательных процессов: биологической аккумуляции и элювиального [8]. Хроноряд постагрогенных почв включал: молодую залежь возраста 5 (10) лет, поросшую сорной растительностью; залежь 15(20)-летнего возраста под разнотравным лугом (последние 5 лет участок не косился); два участка залежей примерно одного возраста (35–40 лет), но с различной растительностью: только луговой и луговой с примесью деревьев 15 (20)-летнего возраста (дикая груша, береза, ясень, дуб и липа); залежь 45–50 лет с древесной растительностью (клен, липа, дуб) и липово-дубовый лес примерно 100-летнего возраста. Старопахотный (~150 лет) участок пашни и коренной кленово-дубовый лес, возраст которого превышает 100 лет, служили двухсторонним контролем.

Для проведения общих и микробиологических анализов смешанные образцы почв были отобраны из двух верхних горизонтов 0–10 и 10–20 см, затем подсушивались до воздушно-сухого состояния и просеивались через сито с диаметром ячеек 2 мм. В лабораторных условиях в образцах нарушенного сложения определялась полная полевая влагемкость, ППВ [3]. Величина pH определялась потенциометрически в вытяжке 1 М KCl при соотношении почва:раствор = 1:2.5. Определение содержания общего углерода и азота в почвенных образцах проводилось на элементном CHNS анализаторе (*Leco*, США).

Микробиологическую (дыхательную) активность почв (V_{basal}) измеряли в лабораторных условиях по интенсивности выделения CO_2 из почвы при увлажнении, соответствующем 65–70 % от ППВ, и температуре 24 °C в 3-х кратной повторности. С этой целью навеску воздушно-сухой почвы (10 г) тщательно освобождали от корней и помещали во флаконы объемом 100 мл, увлажняли и закрывали пленками, пропускающими воздух, но препятствующими испарению влаги. После предварительного инкубирования почв при температуре 22–24 °C в течение 5 суток, флаконы герметично закрывали резиновыми пробками и выдерживали при той же температуре 10–12 часов. Затем определяли концентрацию CO_2 во флаконе с использованием портативного газоанализатора LiCor 840 (США). Расчет величины базального дыхания V_{basal} (мг C/кг/сут) проводили по формуле:

$$V_{basal} = (C_1 - C_0) \cdot 12 \cdot V_{\text{флак}} \cdot 1000 / m \cdot 22.4 \cdot t \cdot 100 \quad (1),$$

где C_0 – начальная концентрация CO_2 во флаконе, объемные %; C_1 – конечная концентрация CO_2 во флаконе; $V_{\text{флак}}$ – объем флакона, мл; t – время инкубации, сут; m – навеска почвы, кг.

Содержание микробного углерода (C_{mic}) определяли методом субстрат-индуцированного дыхания [11]. Считается, что первоначальное увеличение дыхания после внесения питательного субстрата (глюкозы) в почву прямо пропорционально содержанию углерода в живой микробной биомассе [11]. Для определения C_{mic} флаконы с почвой после измерения V_{basal} проветривали и вносили 1 мл раствора глюкозы из расчета 10 мг глюкозы на 1 г почвы. Через час после добавления питательного субстрата флаконы снова проветривали, герметично закрывали, инкубировали при температуре 24 °C в течение 1.5–2 часов и затем снова определяли концентрацию CO_2 во флаконе. Скорость субстрат-индуцированного дыхания (V_{SIR}), отражающая отклик микробного сообщества почв на внесение дополнительного субстрата, рассчитывалась по формуле (1).

Расчет содержания микробной биомассы (C_{mic}) производили согласно уравнению [11]:

$$C_{mic} = 40.04 \cdot V_{SIR} + 0.37 \quad (2),$$

где C_{mic} – содержание углерода, иммобилизованного в микробной биомассе (мкг С/100 г почвы), V_{SIR} – скорость субстрат-индуцированного дыхания (мкг С/1 г почвы/час).

Метаболический коэффициент qCO_2 рассчитывали как соотношение скоростей выделения CO_2 из необогащенной почвы и почвы, в которую вносили избыток доступного субстрата – глюкозы [12, 2]:

$$qCO_2 = V_{basal}/V_{SIR} \quad (3).$$

Все анализы и эксперименты проводились в 2(3)-х кратной повторности. В таблицах и на графиках представлены средние значения и величины стандартной ошибки. Теснота корреляционных связей оценивалась при помощи коэффициента детерминации (R^2) и уровня вероятности (P). Все расчеты проводились с использованием программы Excel 2007 (Microsoft Office XP).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что верхние горизонты изучаемых почв заметно отличались по величине ППВ и значениям pH солевой вытяжки (Табл. 1). Величина ППВ в верхнем (0–10 см) горизонте изученных почв варьировала от 48.0 до 78.7 % в зависимости от типа растительности. Максимальные значения ППВ наблюдались в зрелом коренном лесу, а минимальные – в молодой залежи, занятой сорной растительностью (участок ЗМ-10). За исключением пашни, величина ППВ в горизонте 10–20 см всех других участков была значительно ниже, чем в самом верхнем 10-см горизонте, и разница эта увеличивалась с возрастом залежей, достигая максимальной величины (26 %) в зрелом коренном лесу, что, по всей видимости, объясняется меньшей гумусированностью и облегченным гранулометрическим составом горизонта 10–20 см, по сравнению с верхним 0–10 см горизонтом, из-за активного развития элювиального процесса в почвах под лесной растительностью.

Значения pH в верхних горизонтах изученных почв также довольно сильно варьировали: от 4.7 до 5.9 ед. pH в верхнем 10 см горизонте и от 3.5 до 5.2 ед. pH – в горизонте 10–20 см. Различия в величине кислотности почв между изученными горизонтами достигали максимальной величины (1.7 ед. pH) в зрелом коренном лесу (табл.).

Содержание углерода органических соединений (C_{org}) в горизонте 0–10 см в почвах исследованного хронорядя последовательно нарастало от 15.4 г С/кг почвы в молодой залежи (ЗМ-10) до 47.0 г С/кг почвы – в зрелом коренном лесу (Табл. 1). В горизонте 10–20 см содержание углерода в ходе постагрогенной эволюции, напротив, сначала уменьшалось от 16.4 г С/кг почвы на пашне до 12.1–12.5 г С/кг в почвах под луговой растительностью, а затем постепенно возрастало до 17.0–19.7 г С/кг почвы – в лесных ценозах. В ходе постагрогенной сукцессии наблюдалось существенное увеличение разницы в содержании C_{org} между горизонтами 0–10 и 10–20 см: от 1.5–1.9 г С/кг почвы – на пашне и молодой залежи до 12.1–30.0 г С/кг почвы – в лесных биогеоценозах. Эта закономерность может быть объяснена протеканием двух разнонаправленных процессов: гумусонакопления в верхнем 0–10 см горизонте и выноса гумуса вследствие проявления подзолообразовательного процесса при развитии лесной растительности в нижележащем горизонте (10–20 см).

Динамика органического азота в постагрогенных почвах практически полностью совпадала с динамикой C_{org} с той лишь разницей, что почва молодой залежи под сорной растительностью (ЗМ-10) находилась в абсолютном минимуме по содержанию N_{org} , в то время как по содержанию C_{org} эта почва была близка к пахотной. Отношение C/N было достаточно низким, что указывает на общую обогащенность азотом органического вещества изученных почв.

Дыхательная активность, или базальное дыхание (V_{basal}) серых лесных почв (горизонт 0–10 см) изменялось в очень широких пределах: от 12.3–12.5 мг С/кг почвы·сут – на пашне и молодой залежи с сорной растительностью до 40.3 мг С/кг почвы·сут – в зрелом кленово-дубовом коренном лесу. В нижележащем горизонте (10–20 см) дыхательная активность почв заметно снижалась (1.5–4 раза) и изменялась от 7.6 до 10.7 мг С/кг почвы·сут, постепенно увеличиваясь от пашни к лесным участкам. Наиболее заметное снижение базального дыхания с глубиной наблюдалось под лесной растительностью, что, скорее всего, вызвано обеднением горизонта 10–20 см органическим веществом в результате его выноса. Таким образом, при возобновлении естественной растительности, вызванном выведением пахотных почв из сельскохозяйственного использования, дыхательная активность верхних горизонтов почв постепенно увеличивалась и достигала максимальных значений в лесных ценозах. Сходные закономерности в изменении дыхательной активности почв были обнаружены в постагрогенных хронорядях на серых лесных почвах Московской области [5], а так же на дерново-подзолистых почвах Костромской области [1] и обыкновенных черноземах Ростовской области [7].

Таблица. Свойства серых лесных почв в сукцессионном хроноряду постагрогенных экосистем нагорной дубравы «Лес на Ворскле».

Участок	Индекс	Горизонт, см	ППВ, %	C _{орг} , %	N _{орг} , %	C/N	pH _{KCl}
Пашня, 150 лет	П	0–10	51.0	1.82	0.41	4.4	5.00
		10–20	49.6	1.64	0.42	3.9	4.87
Залежь молодая, 5–10 лет	ЗМ-10	0–10	48.0	1.54	0.20	7.7	4.70
		10–20	42.9	1.40	0.18	7.8	4.78
Залежь луговая, 15–20 лет	ЗЛ-20	0–10	53.5	1.92	0.27	7.1	4.86
		10–20	44.1	1.25	0.22	5.8	5.02
Залежь, 35–40 лет (луговой ценоз)	З_Луг-40	0–10	55.6	1.82	0.33	5.5	5.37
		10–20	43.0	1.21	0.26	4.6	5.20
Залежь, 35–40 лет (лесной ценоз)	З_Лес-40	0–10	57.0	2.31	0.38	6.1	5.10
		10–20	48.8	1.43	0.27	5.3	5.09
Лес молодой, 45–50 лет	ЛМ-50	0–10	62.8	3.63	0.44	8.3	5.43
		10–20	46.4	1.47	0.21	7.1	4.91
Лес, 100 лет	Л-100	0–10	59.1	3.21	0.42	7.6	5.93
		10–20	51.3	1.97	0.31	6.4	4.95
Лес зрелый коренной, > 100 лет	ЛЗК	0–10	78.7	4.70	0.73	6.4	5.17
		10–20	52.7	1.70	0.38	4.4	3.50

Углерод, иммобилизованный в микробной биомассе самого верхнего горизонта (0–10 см), так же, как и V_{basal} , весьма чувствительно откликался на изменение землепользования. Его содержание было минимальным (0.40–0.50 г С/кг почвы) на пашне и в почве под молодой залежью, занятой сорной растительностью. В ходе постагрогенной эволюции, при восстановлении естественных ценозов на бывших пахотных почвах, содержание C_{mic} увеличивалось пропорционально возрасту залежи, достигая максимальных значений (1.31–1.42 г С/кг почвы) в почвах лесных ценозов. Таким образом, при восстановлении лесной растительности на бывших пахотных почвах произошло существенное увеличение (на 260–380 %) пула микробной биомассы в верхнем 0–10 см горизонте. Исследования, проведенные в других регионах Европейской части России, показали, что в ходе восстановительной сукцессии пахотных почв рост микробной биомассы достигал: 360–480 % – в дерново-подзолистых почвах Костромской области [1], 380 % – в серых лесных почвах Московской области [5] и 180 % – в черноземах обыкновенных Ростовской области [7].

Несколько иным в ходе восстановления пахотных почв было изменение величины C_{mic} в горизонте 10–20 см. Оно постепенно увеличивалось от пашни и молодой залежи с сорной растительностью, где величина C_{mic} составляла 0.20–0.22 г С/кг почвы, к липово-дубовому лесу (участок Л-100), с максимальными значениями C_{mic} = 0.37 г С/кг почвы. В почвах молодого леса (ЛМ-50) содержание C_{mic} опускалось до 0.23 г С/кг почвы и достигало минимума (0.12 г С/кг почвы) в почвах коренного кленово-дубового леса.

Расчет парных коэффициентов корреляции между изучаемыми параметрами показал, что для горизонта 0–10 см наблюдалась тесная корреляция между величинами V_{basal} и C_{org} ($R^2 = 0.98$; $P < 0.001$), а так же C_{mic} и C_{org} ($R^2 = 0.83$; $P < 0.002$). Для обоих горизонтов была обнаружена положительная корреляция между величиной C_{mic} и значениями pH ($R^2 = 0.51–0.52$; $P < 0.05$). Оценка множественных регрессионных связей показала, что вариабельность величины C_{mic} на 99 % объясняется содержанием C_{org} , величиной pH и отношением C/N.

Полученные величины qCO_2 свидетельствуют в пользу того, что микробные сообщества верхнего горизонта испытывают недостаток доступных питательных веществ, обусловленный тем, что субстратов, высвобождающихся в процессе минерализации свежих органических материалов, не достаточно для обеспечения жизнедеятельности активно формирующейся микробной биомассы. В нижних горизонтах микробоценозы большинства изученных почв находятся в условиях, близких к оптимальным [12, 2, 10].

Доля C_{mic} в общем количестве органического углерода в верхнем наиболее гумусированном горизонте изученных почв варьировала от 2.6 до 4.3 %, а в горизонте 10–20 см она не превышала 2.4 %. Можно предположить, что среди постагрогенных почв сукцессионного ряда наименее благоприятными условиями для функционирования микробных сообществ и более низким биоразнообразием характеризуются микробоценозы пашни, молодой залежи под сорной растительностью и коренного кленово-дубового леса, поскольку соотношение C_{mic}/C_{org} в этих почв самое низкое и составляет 2.6–2.9 % – в горизонте 0–10 см и 0.7–1.4 % – в горизонте 10–20 см.

Если скорость базального дыхания (V_{basal}) выразить на единицу органического углерода, то получаемая величина (удельная скорость базального дыхания, V_{basal}/C_{org} , мг С/г C_{org} /сут) может служить косвенной характеристикой устойчивости органического вещества почв к разложению и в какой-то степени отражать степень его гумифицированности (стабильности) [13]. Другими словами, чем ниже значения V_{basal}/C_{org} , тем более стабильно органическое вещество. Среди изученных почв самым стабильным является органическое вещество пахотных почв, где величина отношения V_{basal}/C_{org} в горизонте 0–10 см составляет 0.67, а в горизонте 10–20 см – 0.46 мг С/г C_{org} /сут. В ходе постагрогенной эволюции величина V_{basal}/C_{org} увеличивается, изменяясь на отдельных участках, в зависимости от почвенно-растительных условий, от 0.76 до 0.90 мг С/г C_{org} /сут в горизонте 0–10 см и от 0.53 до 0.79 в горизонте 10–20 см.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Перевод пахотных почв в залежные земли, занятые постоянной луговой или лесной растительностью, приводит к прогрессивному накоплению органического углерода в горизонте 0–10 см, что вызывает усиление дыхательной активности почв и заметное увеличение в них микробного пула углерода. В то же время, за счет проявления процессов подзолообразования при развитии лесной растительности, на более поздних стадиях восстановительной сукцессии в горизонте 10–20 см происходит заметное увеличение кислотности почв, которое влечет за собой снижение микробиологической активности и уменьшение содержания C_{mic} . Среди постагрогенных почв изученного сукцессионного ряда наименее благоприятными условиями для функционирования микробных сообществ и более низким биоразнообразием характеризуются микробоценозы пашни, молодой залежи под сорной растительностью и коренного кленово-дубового леса. Оценка множественных регрессионных связей показала, что вариабельность величины C_{mic} в изученных почвах на 99 % объясняется содержанием C_{org} , величиной pH и отношением C/N.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ананьева Н.Д., Стольников Е.В., Сусьян Е.А., Ходжаева А.К.* Грибная и бактериальная микробная биомасса (селективное ингибирование и продуцирование CO₂ и N₂O дерново-подзолистыми почвами постагрогенных биогеоценозов) // Почвоведение, 2010. № 11, С. 1387–1393.
2. *Благодатская Е.В., Ананьева Н.Д., Мякина Т.Н.* Характеристика состояния микробного сообщества по величине метаболического коэффициента // Почвоведение, 1995. № 2. С. 205–210.
3. *Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А.* Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат. 1986. 416 с.
4. *Коробова Л.Н.* Особенности сукцессии микробных сообществ в черноземах Западной Сибири. Автореф. докт. биол. наук..., Новосибирск, 2007. 42 с.
5. *Курганова И.Н., Ермолаев А.М. и др.* Потоки и пулы углерода в залежных землях Подмоскovie // Почвенные процессы и пространственно-временная организация почв: Сб. научных трудов под ред. В.Н. Кудеярова, М.: Наука, 2006. С.271–284.
6. *Курганова И.Н., Ермолаев А.М. и др.* Баланс углерода в залежных землях Подмоскovie // Почвоведение, 2007. № 1. С. 60–68.
7. *Лопес де Гереню В.О., Курганова И.Н., Ермолаев А.М., Кузяков Я.В.* Изменение пулов органического углерода при самовосстановлении пахотных черноземов // Агрохимия, 2009. № 5. С. 5–12.
8. *Почвы природных зон Русской равнины* (Учебное пособие по общему курсу «Почвоведение») / Гагарина Э.И., Растворова О.Г., Счастливая Л.С., Русаков А.В. и др.; Под ред. Б.Ф. Апарина. – СПб., Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 2007. 197 с.
9. *Anderson T.H.* Physiological analysis of microbial communities in soil: Applications and limitations //Beyond the Biomass (eds. Rits K., Dighton J., and Giller K.E.) London: J. Wiley & Sons Publ., 1994. P. 67–76.
10. *Anderson T.H.* Microbialeco-physiological indicators to assess soil quality // Agric. Ecosyst. Environ. 2003. V. 98. P. 285–293.
11. *Anderson J., Domsch K.H.* A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils // Soil Biol. Biochem. 1978. Vol. 10. P. 215–221.
12. *Anderson T.H., Domsch K.H.* The metabolic quotient for CO₂ (qCO₂) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils // Soils Biol. Biochem. 1993. Vol. 25. P. 393–395.
13. *Charro E., Gallardo J. F., Moyano A.* Degradability of soils under oak and pine in Central Spain // Eur J Forest Res. 2010. Vol. 129. P. 83–91.
14. *Lopes de Gerenyu V., Kurganova I., Kuzyakov Ya.* Carbon pools and sequestration in former arable Chernozems depending on restoration period. Ekologija, 2008. V.54. N 4. P. 38–44.
15. *Van der Wal A., van Veen J.A., Smant W., Boschker T.S., Bloem J., Kardol P., van der Putten W.H., de Boer W.* Fungal biomass development in a chronosequence of land abandonment // Soil Biol. Biochem., 2006. V. 38. P. 51–60.

Работа рекомендована д.б.н., доц., в.н.с. ИФХ и БПП РАН И.Н. Кургановой.

ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ЭРОДИРОВАННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ В УСЛОВИЯХ ЭКСТЕНСИВНОГО АГРОЦЕНОЗА НА ЮГО-ВОСТОКЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Т.В. Нечаева, Н.В. Смирнова

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск

Изучалось изменение основных параметров плодородия оподзоленных черноземов склона в условиях экстенсивного агроценоза и активного стока талых вод. Показано, что с увеличением степени смытости почв происходит снижение содержания и запасов гумуса, валового азота, возрастание C:N. Ионы калия менее прочно связаны с минеральной основой эродированных почв, что приводит к повышению их подвижности и увеличению содержания в метровой толще легкообменного и обменного калия. Последствия эрозионных процессов особенно проявились на снижение плодородия сильносмытого чернозема и его продуктивности.

ВВЕДЕНИЕ

Эрозия – один из наиболее масштабных и опасных видов прогрессирующей деградации почвенного покрова во всем мире [1, 2]. В России ежегодно теряются около 1.5 млрд. т плодородного слоя сельскохозяйственных угодий вследствие проявления эрозии, а годовой прирост площади эродированных (смытых) почв составляет 0.4–1.5 млн. га [3]. Смыв почвенного материала приводит к уменьшению мощности гумусового горизонта и содержания органического вещества, перераспределению элементов минерального питания растений по элементам рельефа, изменению показателей плодородия, снижению продуктивности и качества выращиваемых культур [4–6].

В Сибири наиболее ценными в хозяйственном отношении почвами, доминирующими в структуре почвенного покрова, являются черноземы, занимающие более 25 млн. га [7]. Однако длительное антропогенное воздействие на черноземы склона в совокупности со значительными снегозапасами, образованием льдистого экрана в почве и кратковременным периодом снеготаяния, привело к интенсивному развитию эрозионных процессов и формированию на пахотных склоновых массивах эродированных черноземов [8]. Несмотря на рост площадей эродированных земель в сибирском регионе, исследований по изменению их плодородия немногочисленны.

Цель настоящей работы – изучить изменение основных параметров плодородия оподзоленных черноземов склона на юго-востоке Западной Сибири в условиях многолетнего экстенсивного агроценоза и активного стока талых вод, включая: 1. агрохимические показатели пахотного слоя почв; 2. содержание гумуса, валового и нитратного азота, легкообменного и обменного калия в метровой почвенной толще; 3. структуру и качество урожая яровой пшеницы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Район исследования – село Морозово Искитимского района Новосибирской области, геоморфологически относящийся к территории Буготакского мелкосопочника, одного из подрайонов Предсалаирской предгорной холмистой равнины (Предсалаирья) на юго-востоке Западной Сибири. Почва – чернозем оподзоленный среднесуглинистый несмытый, слабо-, средне- и сильносмытый. Исследования проводили с 2009 по 2011 гг. на почвах склона южной экспозиции с уклоном от 0 до 9.5°. На пахотных почвах склона выращивали яровую пшеницу, удобрения не вносились с 2000 г. Почвенные образцы отобраны в двукратной повторности из метровых профилей, согласно степени смытости почв; растительные образцы – рамкой 50×50 см в четырехкратной повторности.

Почва проанализирована на содержание органического углерода по Тюрину, pH водной суспензии, емкость катионного обмена по Бобко-Аскинази в модификации ЦИНАО, валовый азот по Кьельдалю, нитратный азот и легкоподвижный фосфор по Карпинскому-Замятиной, легкообменный калий в хлоркальциевой вытяжке, обменный калий по Масловой [9]. Содержание NPK в зерне и соломе пшеницы определяли методом мокрого озольнения в смеси H_2SO_4 и $HClO_4$ [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

При изучении агрохимической характеристики пахотного слоя оподзоленных черноземов прослеживалась четкая закономерность: чем больше степень смытости почв, тем меньше в них содержание органического углерода и валового азота, ниже обогащенность гумуса азотом и емкость катионного обмена (ЕКО) (табл. 1). Обеспеченность черноземов на разных элементах склона нитратным азотом очень низкая [11], обменным калием – неустойчивая [12], легкоподвижным фосфором – изменялась от средней в несмытой почве до очень высокой в среднесмытой [13], реакция почвенной среды – нейтральная.

Таблица 1. Агрохимические параметры пахотного слоя оподзоленных черноземов склона

Параметры	¹ Чоп	¹ Чоп ↓	¹ Чоп ↓↓	² Чоп ↓↓↓
pH водный	7.10	6.69	6.83	6.77
C органический, %	3.04	2.83	2.60	2.20
N валовой, %	0.21	0.20	0.14	0.06
C:N	1:14	1:14	1:17	1:37
N-NO ₃ , мг/кг	3.5	4.1	4.7	4.6
P ₂ O ₅ легкоподвиж., мг/кг	0.6	1.2	2.0	1.3
K обменный, мг/100 г	9.8	9.2	11.8	8.4
ЕКО, мг-экв/100 г	30.7	30.2	28.6	не определено

Примечание. Пахотный слой: ¹ – 0–30 см, ² – 0–20 см. Стрелками (↓) обозначены слабо-, средне- и сильносмытые почвы.

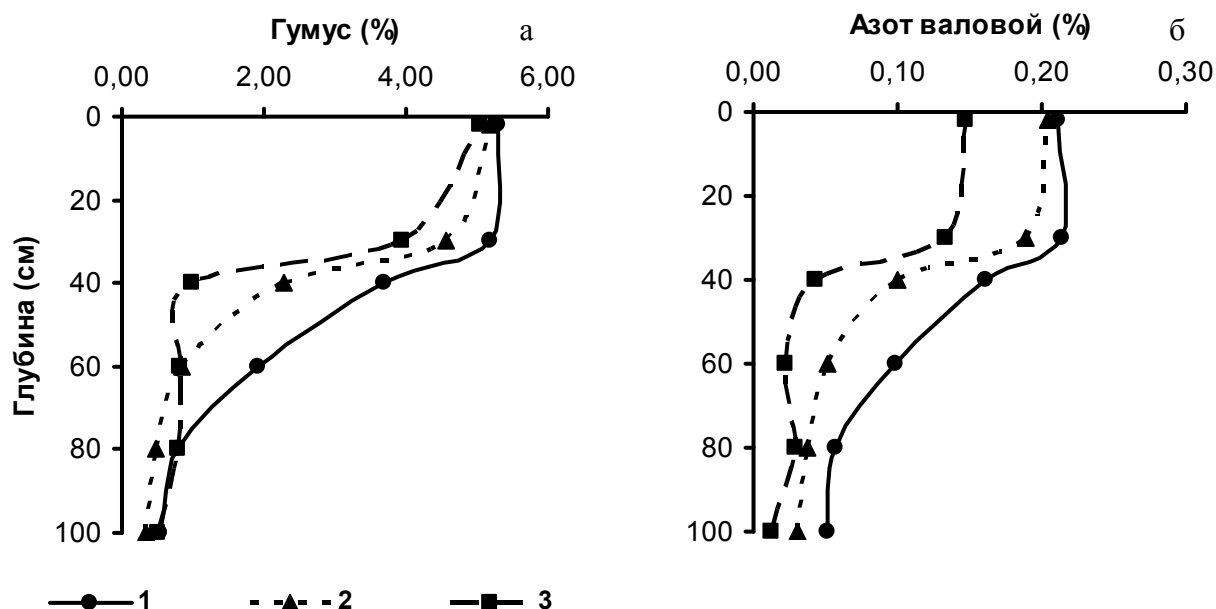


Рисунок 1. Содержание гумуса и валового азота в метровой толще оподзоленных черноземов склона.

1 – несмытая почва, 2 – слабосмытая, 3 – среднесмытая.

Содержание гумуса в пахотном слое оподзоленных черноземов склона варьировало от 5.3 до 3.8 % (рис. 1а), что значительно ниже величин (7–5 %) определенных для этого участка ранее [14]. В несмытом черноземе содержание почвенного органического вещества (ПОВ) снижалось постепенно и достигало минимума в слое 80–100 см, тогда как в смытых почвах резкое снижение отмечено уже в подпахотном слое. Это свидетельствует не только об обеднении верхних горизонтов органическим веществом, но и деградации потенциального почвенного плодородия. Количество валового азота в черноземах склона изменялось в соответствии с содержанием в них ПОВ: чем сильнее смыта почва и меньше в ней гумуса, тем меньше в ней и валового азота (рис. 1б).

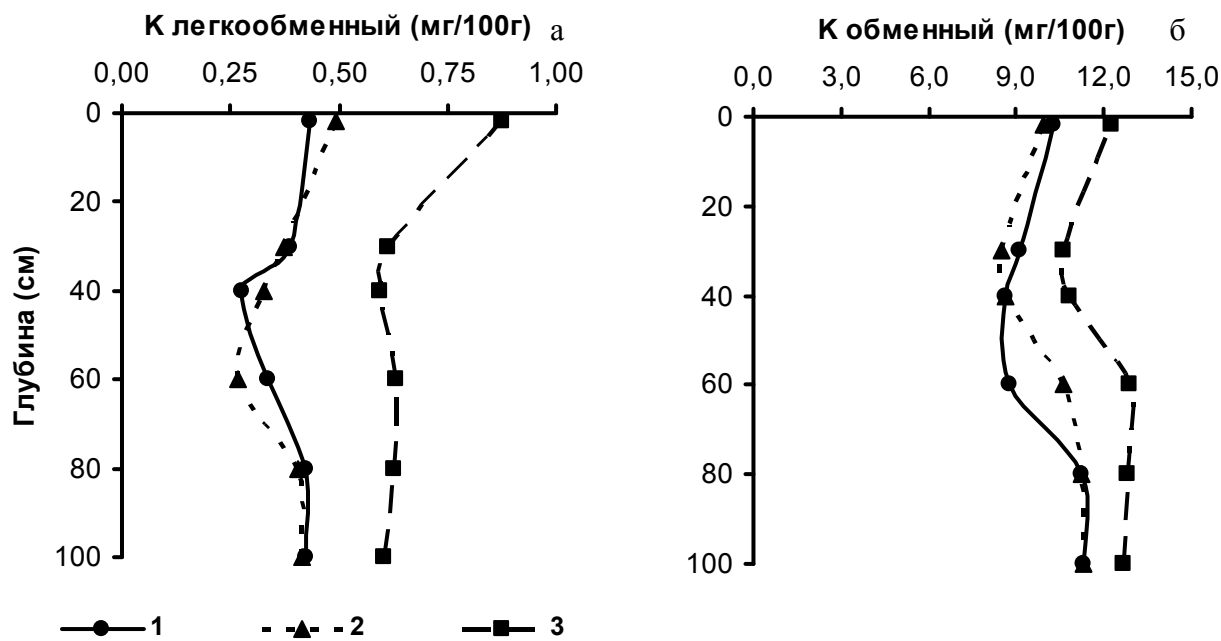


Рисунок 2. Содержание легкообменного и обменного калия в метровой толще оподзоленных черноземов склона.

1 – несмытая почва, 2 – слабосмытая, 3 – среднесмытая.

Прямая корреляция между C:N и степенью смытости почв ($r = +0.40$) и обратная корреляция между C:N и глубиной ($r = -0.52$) показали строгую взаимообусловленность содержания гумуса, валового азота и степени смытости черноземов. Содержание нитратного азота варьировало от 3 до 5 мг/кг и с глубиной снижалось во всех почвах ($r = -0.84$).

Уменьшение содержания гумуса и валового азота в смытых почвах по сравнению с несмытыми влечет к сокращению их запасов. Так, запасы гумуса и валового азота в слое 0–50 см ($A_{\text{пах}} + AB$) несмытого чернозема составили 265 и 11.4 т/га соответственно. В этом же слое слабо- и среднесмытого чернозема запасы гумуса уменьшились на 25 и 30 % по сравнению с несмытым; запасы валового азота – на 27 и 48 % соответственно.

Между содержанием легкообменного (К легк.) и обменного калия (К обм.) в метровой толще почв склона обнаружена положительная корреляционная связь ($r = +0.70$), что указывает на тесное их взаимодействие. Содержание обменного калия в почвах обуславливается, с одной стороны, интенсивностью выветривания калийсодержащих минералов, с другой – скоростью поступления и разложения органического вещества. Между содержанием К обм. и гумуса в метровой толще почв наблюдалась обратная зависимость ($r = -0.50$). Теснота связи между степенью смытости почв и содержанием К легк. составила $r = +0.74$, степенью смытости почв и содержанием К обм. – $r = +0.60$. Увеличение содержания К легк. и К обм. в профиле среднесмытой почвы по сравнению с несмытой и слабосмытой (рис. 2 А, Б) могло быть связано с миграцией калия с поверхностным и внутрипочвенным стоком. Кроме того, с уменьшением содержания гумуса происходит снижение ЕКО и увеличение её насыщенности обменным калием. Так, насыщенность обменным

калием ЕКО в пахотном слое среднесмытой почвы составила 1.0 % и была в 1.3 раза выше в сравнении с несмытой и слабосмытой. Следовательно, подвижность калия, выражающаяся в трансформации труднодоступных форм калия в легкодоступные, в эродированных почвах увеличивается. Степень подвижности калия (рассчитанное как отношение К обм. : К легк.) в несмытой почве составила 23.9, в слабо- и среднесмытой – 20.9 и 15.1 соответственно. Увеличение степени подвижности калия также свидетельствует о том, что в эродированных почвах способность обменного калия вытесняться из поглощенного состояния становится сильнее по сравнению с неэродированными.

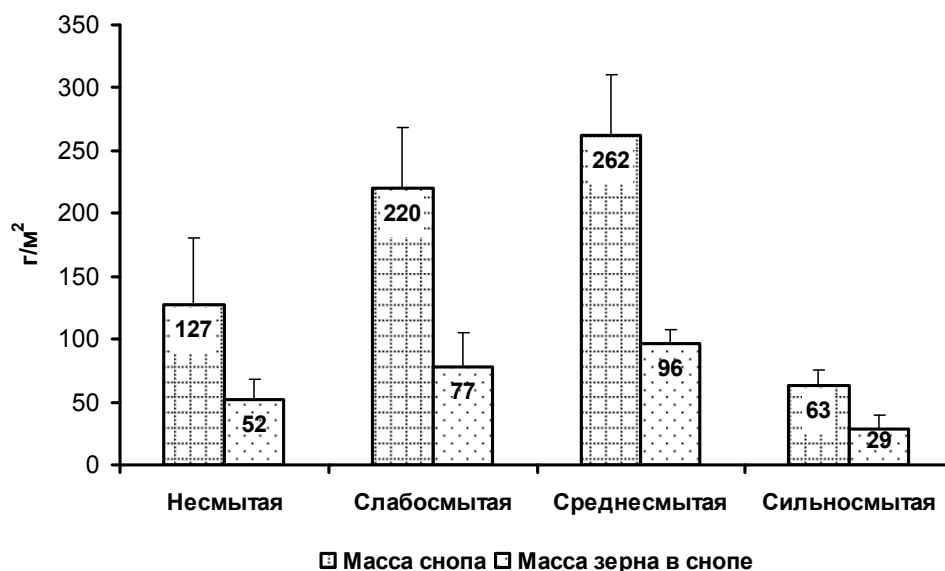


Рисунок 3. Структура урожая яровой пшеницы на оподзоленных черноземах склона.

Максимальные показатели массы снопа и зерна пшеницы были на слабо- и среднесмытом черноземе, минимальные – на сильносмытом (рис. 3). Выход зерна при возделывании яровой пшеницы на оподзоленных черноземах склона был низким и варьировал от 2.9 до 9.6 ц/га. Это свидетельствует об истощении почвенного плодородия за счет его мобилизации при экстенсивном способе ведения сельского хозяйства. В целом плодородие черноземов в условиях лесостепи Западной Сибири высокое, что позволяет получать урожайность зерновых культур до 30 ц/га в благоприятные по увлажнению годы даже без применения удобрений [15, 16].

Таблица 2. Содержание основных элементов в урожае яровой пшеницы на оподзоленных черноземах склона, % от сухой массы.

Показатели	Чоп	Чоп ↓	Чоп ↓↓	Чоп ↓↓↓
Азот (N)	0.97/0.26	1.01/0.27	0.90/0.29	0.87/0.26
Фосфор (P)	0.49/0.12	0.50/0.16	0.49/0.14	0.48/0.15
Калий (K)	0.41/0.74	0.40/0.80	0.41/0.85	0.47/1.01*
N:K	2.37/0.35	2.53/0.34	2.20/0.34	1.85/0.26

Примечание. Перед чертой содержание NPK в зерне, после черты – в соломе. Стрелками (↓) обозначены слабо-, средне- и сильносмытые почвы. * – величины, статистически значимо ($p < 0.05$, $n = 12$) отличающиеся от таковых на несмытой почве.

При оценке отчуждения элементов питания из почвы принималось, что зерно и солома пшеницы содержат в среднем 2.35 и 0.75 % азота, 0.45 и 0.10 % фосфора, 0.57 и 1.45 % калия, а оптимальное соотношение N:K составляет 4 и 0.5 соответственно [12]. В проведенном исследовании содержание азота в зерне и соломе пшеницы было очень низкое, фосфора – напротив, оказалось выше средних, а калия – ниже средних значений

(табл. 2). Соотношение N:K в зерне и соломе пшеницы на несмытой почве было в 1.7 и 1.4 раза ниже в сравнении с оптимумом, слабосмытой – в 1.6 и 1.5, среднесмытой – в 1.8 и 1.5, сильносмытой – в 2.2 и 1.9 раза соответственно. Разница по выносу макроэлементов зерном и соломой на почвах склона находилась в пределах ошибки за исключением сильносмытой, где наблюдалось статистически значимое увеличение содержания калия в соломе. Это могло быть связано с физиологической потребностью растений компенсировать неблагоприятные почвенные условия с помощью поглощения этого элемента в условиях дефицита азота [17].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Плодородие оподзоленных черноземов юго-востока Западной Сибири в результате многолетнего экстенсивного агроценоза и активного развития эрозионных процессов на склоновых участках снижается. С увеличением степени смытости почв происходит существенное уменьшение содержания и запасов гумуса, валового азота, возрастание отношения C:N. Ионы калия менее прочно связаны с минеральной основой эродированных черноземов, что приводит к повышению их подвижности и увеличению содержания в метровой толще легкообменного и обменного калия. Последствия эрозионных процессов особенно проявились на снижении плодородия сильносмытого оподзоленного чернозема и его продуктивности. Для своевременного выявления негативных изменений свойств пахотных почв на склоновых массивах и предотвращения неблагоприятных эколого-экономических последствий эрозионных процессов, необходим длительный мониторинг плодородия эродированных черноземов и рациональное их использование.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Lal R.* Enhancing eco-efficiency in agro-ecosystems through soil carbon sequestration // *Crop Science*. 2010. № 50. P. 120–131.
2. *Strauss P., Klaghofer E.* Effect of soil erosion on soil characteristics and productivity // *Bodenkultur*. 2001. № 52 (2). P. 147–153.
3. *Балакай Н.И.* Оценка интенсивности проявления эрозии и почвозащитное действие сельскохозяйственных культур // *Научный журнал КубГАУ*. 2011. № 65 (01). С. 1–11.
4. *Кауштанов А.Н., Явтушенко В.Е.* Агроэкология почв склонов. М.: Колос, 1997. 240 с.
5. *Polyakov V. & Lal R.* Soil erosion and carbon dynamics under simulated rainfall // *Soil Science*. 2004. № 169. P. 590–599.
6. *Якутина О.П., Нечаева Т.В., Смирнова Н.В.* Режимы основных элементов питания и продуктивность растений на эродированных почвах юга Западной Сибири // *Проблемы агрохимии и экологии*. 2011. № 1. С. 16–22.
7. *Танасиенко А.А.* Специфика эрозии почв в Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. 176 с.
8. *Tanasienko A.A., Yakutina O.P., Chumbaev A.S.* Effect of snow amount on runoff, soil loss and suspended sediment during periods of snowmelt in southern West Siberia // *Catena*. 2011. № 87. P. 45–51.
9. *Агрохимические методы исследования почв*. М.: Наука, 1975. 656 с.
10. *Гинзбург К.Е., Щеглова Г.М., Вульфийс Е.В.* Ускоренный метод сжигания почв и растений // *Почвоведение*. 1963. № 5. С. 89–96.
11. *Гамзиков Г.П., Ильин В.Б., Назарюк В.М. и др.* Агрохимические свойства почв и эффективность удобрений. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1989. 254 с.
12. *Якименко В.Н.* Калий в агроценозах Западной Сибири. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2003. 231 с.
13. *Почвенно-агрохимические проблемы интенсификации земледелия Сибири*: Сб. науч. тр. ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. СибНИИЗХим. Новосибирск, 1989. 176 с.

14. Ковалев С.З., Танасиенко А.А. К диагностике смытых оподзоленных черноземов Присалаирья / Защита почв Сибири от эрозии и дефляции. Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1981. С. 106–117.
15. Синягин И.И., Кузнецов Н.Я. Применение удобрений в Сибири. М.: Колос, 1979. 373 с.
16. Власенко А.Н., Шарков И.Н., Иодко Л.Н. Эффективность технологий и воспроизводство плодородия черноземов Лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2005. №5. С. 16–19.
17. Cakmak I. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants // Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 2005. №168. P. 521–530.

УДК 631.42

ВЛИЯНИЕ ЖИВОТНОГО НАСЕЛЕНИЯ НА ПОЧВЫ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ о. БЕРИНГА (КОМАНДОРСКИЕ О-ВА) НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРНОГО КОТИКОВОГО ЛЕЖБИЩА

П.Д. Орлова

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, orlova.pd@gmail.com

Биогенные геосистемы создают своеобразные нуклеары с концентрическими зонами влияния. Это способствует изменению морфометрических и химических свойств геосистем, в отдельных случаях даже значительной корректировке рельефа. Для почвенного покрова отмечается его значительное уплотнение, малая мощность почвенных профилей, при увеличении относительной доли горизонтов с высоким содержанием Сорг. И в целом в биогенных экосистемах отмечается увеличение Сорг в горизонтах почв в несколько раз в сравнении с фоновыми.

ВВЕДЕНИЕ

В береговой зоне о. Беринга создаются особые условия для жизнеобеспечения многих млекопитающих и птиц. В береговых геосистемах Командорских островов сосредоточено более 300 тысяч особей морских млекопитающих [4]. Птичьи базары повсеместно занимают береговые склоны и прибрежные части морских террас в южной части острова. Деятельность человека на Командорах также локализована преимущественно в береговой зоне. Одновременно береговые геосистемы являются наиболее уязвимыми на острове в ходе результатов прямой и косвенной антропогенной деятельности и климатических изменений.

На о. Беринга можно выделить три типа биогенного влияния на береговые геосистемы: влияние выбросов морских водорослей, орнитогенное влияние и влияние котиковых лежбищ. Влиянию птичьих базаров посвящено немало статей и иных научных работ [1, 2, 3, 6 и др.]. Котиковые лежбища на о. Беринга и птичьи базары выделяются как зоогенные геосистемы, где средообразующим фактором является животное население.

Котиковые лежбища распространены локально и занимают территорию у двух мысов на севере острова: Северного и Северо-Западного. Лежбище Северное образовалось после 1911 г. в результате распада некогда существовавших лежбищ, занимавших около половины побережья о. Беринга. В настоящее время это самое крупное по общей численности котиков лежбище на Командорских островах. Общая его длина 7 км [4].

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исходными материалами для решения поставленных задач являлись полевые исследования автора летом 2011–2012 годов на острове Беринга, результаты химических анализов почв и растительности, литературные источники, карты атласов, отраслевые карты, разновременные снимки (Landsat 7, Landsat 5, SPOT-2, EO-1, IKONOS), интернет-ресурсы.

Объектами изучения были выбраны сопряженные в катены береговые геосистемы, локализованные в узкой части побережья. Катены закладывались от средних морских террас до уреза моря.

Химические анализы отобранных почвенных образцов на содержание органического углерода по Тюрину и растительных образцов на зольность проводились в лаборатории кафедры физической географии и ландшафтоведения по стандартным методикам.

Северное котиковое лежбище занимает разные типы берегов. Восточная его часть наложена на абразионно-аккумулятивные берега с отмершим клифом, а центральная и восточная части расположены в аккумулятивном типе берега. Залежки морского зверя размещаются во всех береговых геосистемах: и на низких морских террасах, и в зоне пляжа, и на осушаемых камнях литорали. Холостяковые залежки часто (через приморские склоны) проникают в фоновые тундры.

Как уже было сказано выше, северное котиковое лежбище занимает разные типы берегов, но оба эти типа характеризуются наличием низких морских террас. Собственно на низких морских террасах и сконцентрирован максимальный прессинг животного населения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В ходе проведенных анализов, была составлена карта оценки влияния котикового лежбища на береговые геосистемы (рис.).

Контура на карте выделялись с учетом разницы проективного покрытия, видового состава растений, угнетенности растительности относительно фоновых геосистем, а также структурных и химических изменений в почвенном профиле.

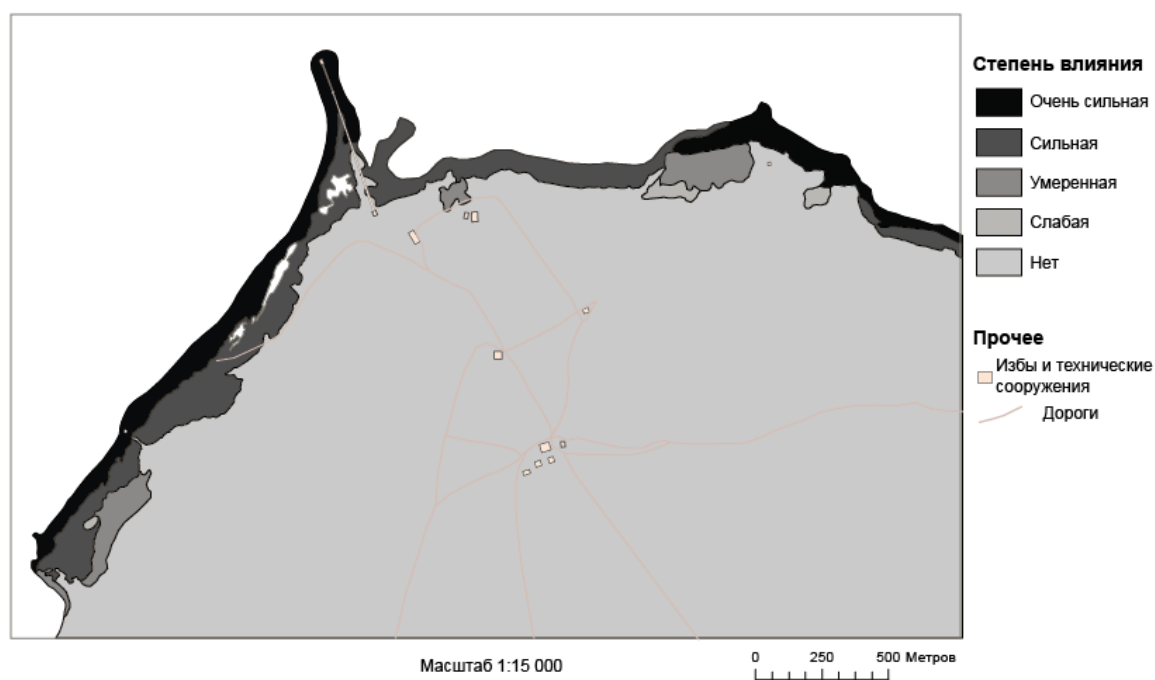


Рисунок. Карта оценки степени влияния котикового лежбища на береговые геосистемы.

Зоны, выделенные черным, подвержены максимальному воздействию лежбища и наиболее сильно отличаются от фоновых геосистем, не находящихся под влиянием котикового лежбища. В первую очередь выделение этого контура связано со сменой растительного покрова пляжей с гонкении продолговатолистной (*Honckenya oblongifolia*) на лепидотеку душистую (*Lepidothea suaveolens*). В таких позициях (красный выдел) происходит полная смена геосистемы на «зоогенную».

Лепидотека, или чешуеобертчик является заносным видом, включенным, однако, в список природной флоры Командор, как хорошо натурализовавшийся на острове Беринга

в птичьих колониях и котиковых лежбищах, т. е. вне антропогенных местообитаний. В тыловой части котиковых лежбищ (Северное лежбище) образует сплошной «ковёр» совместно с одуванчиком лекарственным (*Taraxacum officinale*) [5].

Темно-серый контур соответствует сильному влиянию лежбища, его выделение основывалось, на сильных изменениях в растительном покрове. В первую очередь это обеднение состава растительности. Разнотравно-злаковые луга сменяются лепидотеково-мятликовым сообществом. В составе растительности наблюдается 4–6 видов (мятлик (*Poa sp.*), лепидотека душистая, борщевик шерстистый (*Heracleum lanatum*), местами колосняк мягкий (*Leymus mollis*) и др.). Из растений характерных для фоновых низких морских террас, сохраняются наиболее устойчивые – борщевик и колосняк. Проективное покрытие в этой зоне порядка 70 %, часто при этом встречаются полностью лишенные растительного покрова места. В границах этой зоны так же встречаются участки сильных изменений. На таких участках можно видеть, что растительность сильно угнетена. Например, на поверхности низкой морской террасы, где в фоновых условиях произрастают колосняковые сообщества или разнотравно-злаковые с проективным покрытием 70–90 %, растительность примята, повреждена, проективное покрытие составляет 5–10 %, а вся поверхность перекрыта отмершей ветошью.

От уреза воды к тыловому шву планомерно увеличивается общее количество илистых частиц, образуя в тыловом шве своеобразный зоогенный почвогрунт с 10–15 см профилем. Такие почвенные разности сильно отличаются от фоновых повышенной плотностью, и более мелким гранулометрическим составом. Почвы фоновых низких морских террас чаще всего песчаные, почвы на котиковом лежбище в аналогичных позициях среднесуглинистые.

Серый контур в целом соответствует местам холостяковых залежек, которые находятся на морской террасе высотой 8–12 метров. Микрорельеф морской террасы под влиянием котикового лежбища характеризуется небольшими «выемками», созданными в ходе передвижения зверя. Почвенный разрез подразделяется на следующие горизонты: горизонт А1 (0–8 см) темно-сери-бурий, легкосуглинистый, уплотненный, среднекомковатый; горизонт В (НГ-?) (8–20 см) рыже-бурий, легкосуглинистый, уплотненный, крупнокомковатый с включениями дресвы. Содержание органического углерода в горизонте А1 достигает 24 %, что является наиболее высоким значением, из когда-либо представленных для о. Беринга. Описанная почва представляет собой подбур (в аналогичных позициях при отсутствии прессинга животных формируется сухоторфянистый грубогумусовый подбур иллювиально-железистый), измененный в ходе длительного прессинга животного населения. Предполагаемое временное название почвы – подбур зоогенный.

Светло-серый выдел был добавлен после анализа космического снимка (2011 года), при сопоставлении границ светло-оранжевых контуров были найдены соответствующие по спектральному составу участки на снимке (во время полевых наблюдений эти территории были отнесены к фоновым). В итоге участки было решено покрасить в светло-серый цвет, как находящиеся под периодическим воздействием лежбища, с незначительными изменениями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на территории о. Беринга нами были выявлены 4 зоны, отличающиеся по степени влияния котикового лежбища на береговые геосистемы и фоновая зона, где этого влияния не ощущается.

Наибольшие изменения наблюдаются в растительном и почвенном покрове. В первую очередь это проявляется в снижении травянистой фитомассы и проективного покрытия на нарушенных участках. Запас травянистой фитомассы для фоновых низких морских террас острова составляет 40–50 ц/га и 50–70 ц/га для Тихоокеанского и Берингоморского побережий соответственно. На низких морских террасах в зоне воздействия Северного котикового лежбища значительно увеличивается разброс значений травянистой фи-

томассы и несколько снижается ее количество (6–55 ц/га). Максимальное значение травянистой фитомассы соответствует выделу с наибольшим проективным покрытием в границах лежбища – западной холостяцкой залежке котиков (проективное покрытие 80 %). Проективное покрытие низких морских террас лежбища варьирует от 20 % до 80 %. Можно заметить, что, как и запас фитомассы, проективное покрытие характеризуется сильным разбросом и снижением значений в среднем.

Помимо общего снижения показателей, происходит трансформация растительного сообщества низкой морской террасы. Это выражается в резком снижении проективного покрытия характерных видов и видов доминантов фоновых низких морских террас (колюшник мягкий, борщевик шерстистый, крестовник ложноарниковый) вплоть до полного их исключения из растительного покрова на отдельных участках лежбища, и в исчезновении отдельных видов на территории всего лежбища (гонкения продолговатолистная) с заменой их на зоофильные виды (лепидотека лекарственная).

Изменения, происходящие в почвенном покрове, обусловлены механическим и химическим влиянием. Механическое влияние заключается в уплотнении почвы и в механическом перемещении частиц вниз по рельефу. Во многом это приводит к трансформации рельефа и фактическому стиранию границы между пляжем и низкой морской террасой. Высота низкой морской террасы на изучаемом профиле менее 2-х метров и граница перехода от пляжа к террасе сильно размывта.

Отдельным и еще фактически не изученным влиянием лежбища на геосистемы является геохимическое влияние. Оно проявляется в увеличении содержания Сорг в горизонтах почвы и увеличении кислотности почв. Содержание Сорг в измененных лежбищем геосистемах ранжируется от 8.5 % до 24.5 %, тогда как в фоновых геосистемах на низких морских террасах изменяется в рамках 3–7 %.

Наибольшему изменению в границах лежбища подвержены геосистемы низких морских террас и пляжа, наименьшему – приморские склоны. Проективное покрытие склонов снижено всего на 5–10 процентов относительно фоновых показателей, почвы не переуплотнены. На склонах наблюдается некоторое увеличение высоты растительного покрова относительно фоновых условий и, увеличение доли высокопродуктивных видов (борщевик шерстистый, крестовник коноплелистный, бодяк камчатский (*Cirsium kamtschaticum*)). Можно отметить смещение на склон видов, более характерных в фоновых позициях для низких морских террас. На территории лежбища (в аккумулятивном типе берегов) наблюдаются склоны достаточно сильно подверженные изменениям. Продолжительное использование этих склонов животными для перемещения с низкой морской террасы в зону тундры и обратно способствовало их постепенному выполаживанию. При значительном снижении уклона склоны стали использоваться под холостяцкие залежки (западная часть лежбища).

Структурируя данные о влиянии лежбища на почвы береговой зоны можно представить следующую таблицу в соответствии с выделенными выше зонами.

Таблица. Характеристики в разных зонах воздействия изучаемой территории.

Параметр	Воздействие				Фон
	Сильное	Среднее	Слабое	Незначительное	
Гранулометрический состав почв	–	Среднесуглинистый	Супесчаный	Песчаный и супесчаный	Песчаный и супесчаный
Содержание Сорг в верхнем горизонте почвы	–	10–13 %	24.5 %	6 %	3–7 %

Таким образом, наряду с орнитогенными геосистемами на территории о. Беринг стоит выделять и особые геосистемы котиковых лежбищ, где происходит достаточно сильная трансформация береговых геосистем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авессаломова И.А., Иванов А.Н. Геохимические особенности функционирования орнитогенных ландшафтов острова Талан (Охотское море) // Вестник Московского ун-та. Сер 5, География. 2011. № 4. С. 78–85.
2. Иванов А.Н. Зоогенные геосистемы в ландшафтоведении // Известия Русск. Географич. общ-ва. 2008. Вып. 2. С. 1–6.
3. Иванов А.Н. Ландшафтные особенности Командорских островов // Известия Русск. Географич. общ-ва. 2003. Вып. 1. С. 64–70.
4. Корнев С.И., Никулин В.С., Мамаев Е.Г., Беланович О.А. Основные результаты исследований млекопитающих в 1960–2011 гг. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана, 2012. Вып. 25. С. 219–240.
5. Мочалова О.А. Флора и растительность в зоогенных местообитаниях на Командорских островах // Сибирский экологический журнал. 2008. Том 15. Вып. 2. С. 293–301.
6. Мочалова О.А. Флора и растительность в колониях морских птиц Командорских островов // Биология и охрана птиц Камчатки. 2001. Вып. 3 С. 72–80.

Работа рекомендована к.г.н., доц. А.Н. Ивановым.

УДК 631.43

СРАВНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО И РАСЧЁТНОГО МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПОЧВЫ (НА ПРИМЕРЕ ПОЧВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИЛАДОЖЬЯ)

С.В. Роговая, О.В. Романов

Санкт-Петербургский государственный университет

В 5 разных почвах (литозём, торфяно-литозём, подбур, дерново-подбур и глеезём) естественного ландшафта Северо-Западного Приладожья, а также в техногенном поверхностном образовании (литострате) определены плотность почвы лабораторным (ρ_b) и расчётным (d_v) методами. Выявлена тесная корреляционная зависимость между величинами ρ_b и d_v ($R = 0.91$, $p \leq 0.05$) и получено линейное уравнение взаимосвязи ρ_b от d_v с высоким коэффициентом детерминации ($R^2 = 0.94$). На основании установленной взаимосвязи двух методик выведена формула для определения плотности почвы расчётным методом в Северо-Западном Приладожье.

ВВЕДЕНИЕ

Базовые физические свойства, такие как: гранулометрический состав, плотность почвы, микро- и макроструктура, оказывают непосредственное влияние на продуктивность биогеоценозов в виде создания оптимальных для жизни и развития организмов диапазонов содержания воды, воздуха и тепла в почве. Фактически физические свойства почвы определяются состоянием почвенной структуры. Под структурой почвы в данном случае понимается пространственное дискретное распределение почвенных фазовых компонентов: твёрдых, жидких и газообразных, что в свою очередь определяет строение порового пространства почвы. Плотность почвы в целом – это отражение текстурной и стабильной структурной пористостей, а также плотности твёрдой фазы и набухаемости. Плотность почвы не подменяет другие физические параметры, она представляет собой функцию от перечисленных показателей и имеет самостоятельное значение.

Плотность почвы – важнейшая почвенно-экологическая характеристика, влияющая не только на ее плодородие, но и на функционирование почвенного микробного компонента и почвенной биоты в целом [Шейн, 2005]. Величину плотности почвы используют как показатель качества почвы [USDA-NRCS, 2008; ISO 11272:1998] и включают в обязательный перечень контролируемых почвенных параметров мониторинговых программ [Winder, 2003].

В полевых условиях определение плотности почвы представляет особенный процесс, требующий от исследователя подготовки, сноровки, особенно, при изучении глубоких горизонтов почвы. В данной работе попытались найти альтернативный (косвенный) подход для установления плотности почвы, на примере почв Северо-Западного Приладожья, так называемую, особенно востребованную в настоящее время, трансферную функцию почвы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования выбраны 5 типов почв (литозём, торфяно-литозём, подбур, дерново-подбур и глеезём) естественных участков сельгового ландшафта Северо-Западного Приладожья, а также техногенное поверхностное образование (литострат) выровненной площадки насыпи, локализованной на окраине карьера по добыче гранита (рис. 1, 2).

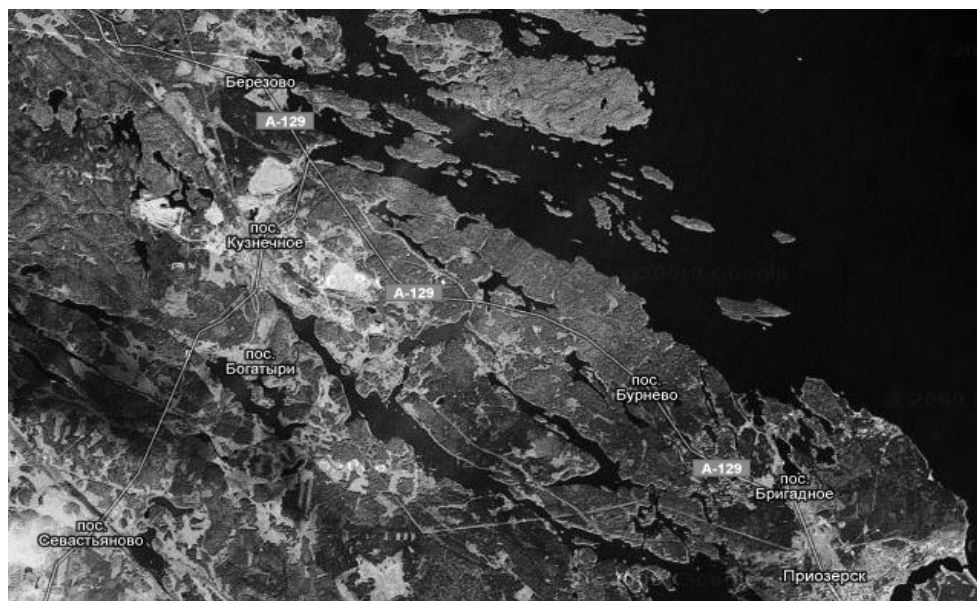


Рисунок 1. Район исследования. Россия, Ленинградская область, Приозерский район, пос. Кузнечное. Вид со спутника (google.maps.ru).



Рисунок 2. Карьер по добыче гранита в пос. Кузнечное, Приозерский район Ленинградской области (фото О.С. Выборновой).

Район исследования находится в пограничной полосе между зонами южной и средней тайгой. Граница ландшафта носит островной характер. По мнению А.А. Ниценко (1959), здесь нередко можно наблюдать «ботанико-географическую инверсию зон», что вызвано не только влиянием полуморского климата, но и пестротой материнских пород, а также разнообразием форм рельефа, обуславливающих различие условий местообитания. Большая часть территории района занята лесами, среди которых преобладает формация осветленных сосновых лесов. В меньшей степени здесь развиты еловые леса, которые принадлежат к коренной формации и наиболее соответствуют климатическим условиям района. Доминирующая порода – сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*). В целом, природа данной местности, конечно, соответствует общим условиям её развития на северо-западе лесной зоны. Но некоторые особенности, преимущественно биоклиматического порядка, все же отличают Карельский перешеек от ближайших к нему территорий, и наоборот – приближают к более отдалённым областям, находящимся в сфере влияния Прибалтики.

Леса здесь покрывают все пересеченные или каменистые поверхности, общая их площадь составляет 896 445 га или около 65 % всей площади перешейка. Зато площадь болот исчисляется всего несколькими процентами (5–6 %), и по этому признаку перешеек заметно отличается от ряда других районов Ленинградской области, которые при более южном своём расположении характеризуются большим распространением болот (в среднем, 15 % общей площади). Главной причиной уменьшения площади болот на описываемой территории является характер рельефа, обуславливающего естественный дренаж и большие уклоны поверхности, а также господство лёгких по гранулометрическому составу водопроницаемых пород. Но на всех пониженных участках рельефа весьма характерно всё же развитие процессов поверхностного переувлажнения и заболачивания почв [Рожнова, 1963].

В полевых условиях определяли плотность почвы (методом режущего цилиндра объёмом 200 см³ в 5-кратной повторности) по слоям 0–6, 6–12, 12–18, 18–24, 24–30 и 30–36 см. (рис. 3).

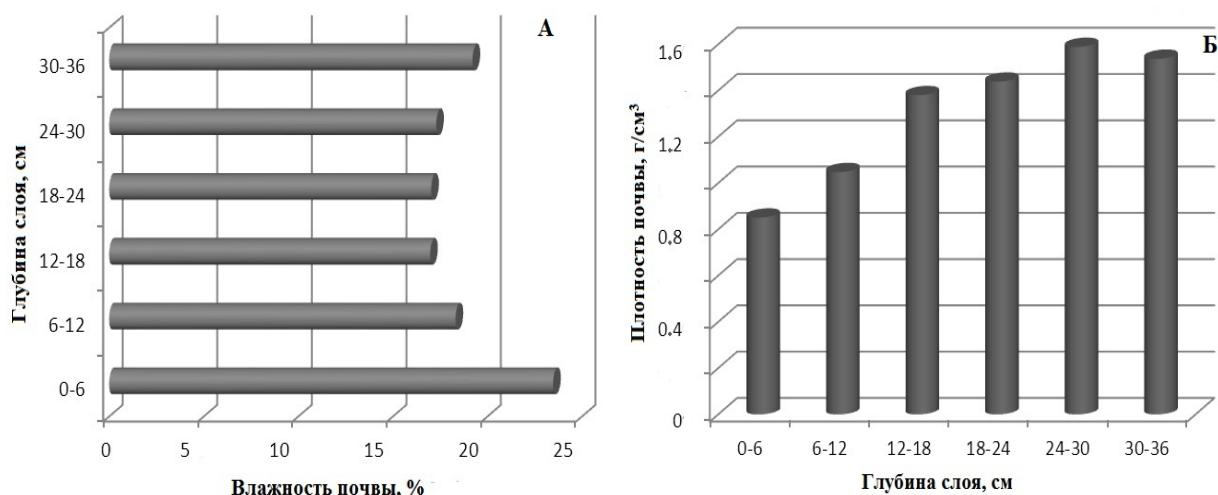


Рисунок 3. Влажность почвы по слоям (А) и плотность почвы естественного сложения при естественной влажности (Б) (среднее арифметическое из 5-кратной повторности).

Пробы почв для лабораторных экспериментов отбирали из каждого горизонта (не менее чем из 3-х точек стенки разреза). Из литострата пробоотбор осуществляли послойно из верхнего 10-ти см слоя (0–5 и 5–10) методом «конверта» (из пяти точек площадки 5х10 м). Всего отобраны 21 образец из 10 различных местоположений. Пробы в воздушно-сухом состоянии хранили в тканевых мешочках для использования в лабораторном эксперименте.

Лабораторный метод

Плотность почвы определяли из непросеянного образца, после установления равновесной плотности почвы, достигнутой в тактах увлажнения-высушивания. Для этого образец почвы помещали в сосуд с перфорированным дном (предварительно положив на дно фильтровальную бумагу), медленно погружали в воду до состояния капиллярной влагоёмкости и выдерживали до полной влагоёмкости 2–3 дня. Затем пробы почв высушивали при температуре 105 °С. Плотность почвы рассчитывали по формуле (1):

$$\rho_b = m_s / V_t, \quad (1)$$

где ρ_b – плотность почвы, г/см³; m_s – масса «абсолютно сухой» почвы, г; V_t – объем почвы, см³.

Расчётный метод

Для расчетного метода определения плотности почвы использовали формулу, предложенную Л.Б. Боровинской и Е.А. Дмитриевым (1967) (формула 2):

$$d_v = \frac{d}{1 + Wd/100} = d \frac{100}{100 + Wd}, \quad (2)$$

где d_v – плотность почвы, г/см³; d – плотность твёрдой фазы, г/см³; W – абсолютная влажность почвы, %.

Предлагая косвенный способ оценки плотности почвы, авторы исходят из следующего рассуждения. При абсолютной влажности почвы, равной W весовых процентов и величине плотности твёрдой фазы d г/см³, на каждые d г почвы будет приходиться $Wd/100$ г воды. Если d г твёрдой фазы почвы занимает объём 1 см³, а вода, принимая плотность её близкой к единице, $Wd/100$ см³, то объём, занимаемый d г абсолютно сухой почвы и $Wd/100$ г воды, будет равен $(1 + Wd/100)$ см³ [Вадюнина, Корчагина, 1973, с. 105].

За величину W в формуле приняли значение полной влагоёмкости почвы (ПВ), установленную термовесовым методом. Плотность твёрдой фазы (d) определяли пикнометрически по воде в просеянном образце (диаметр ячеек 2 мм).

Статистическая обработка результатов (корреляционный и регрессионный анализ) выполнены в программе Statistica 6.0., графическое оформление – Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

На основании анализа результатов, полученных лабораторным методом, установлено, что в естественном ландшафте Северо-Западного Приладожья плотность почвы (ρ_b) изменялась в интервале значений от 0.11 до 1.09 г/см³ (табл.).

Минимальные значения ρ_b отмечены в верхних органогенных горизонтах торфяно-литозёма, литозёма и подбура (средние величины – 0.13 и 0.41 г/см³ для горизонтов Т и Н соответственно). В органоминеральном горизонте АУ дерново-подбура и глеезёма среднее значение ρ_b составило 0.71 г/см³. В целом с глубиной величина ρ_b закономерно возрастала, и наибольшие значения были обнаружены в горизонтах ВНФ, G и BFg (0.91, 0.98 и 1.09 г/см³ соответственно). В литострате плотность грунта в слоях 0–5 и 5–10 см имела высокие значения – 1.13 и 1.56 г/см³ соответственно, что в естественных условиях соответствует плотности минеральных горизонтов почв (рис. 3Б).

Расчётный метод в 13 случаях из 21 показал несколько завышенные значения плотности почвы по сравнению с лабораторным методом, что можно объяснить условиями лабораторного эксперимента. Следует отметить, что в лабораторных опытах исследовали насыпные образцы без уплотнения, что может занижать реальные значения плотности естественного сложения почв. Различие между величинами d_v и ρ_b составило 0.03 ± 0.09 г/см³. Для оценки степени связи между значениями плотности почвы, полученными двумя способами, использовали непараметрический коэффициент корреляции Спирмена, величина которого составила 0.91 при $p \leq 0.05$. Уравнение связи между величинами d_v и ρ_b носит линейный характер (рис. 4).

Учитывая полученную взаимосвязь между величинами ρ_b и d_v , можно внести соответствующий коэффициент в формулу (2) и получить уравнение для расчёта плотности почвы в Северо-Западном Приладожье (формула 3):

$$\rho_b = 0.96 \frac{d}{1 + Wd/100} = d \frac{96}{100 + Wd} . \quad (3)$$

Таблица. Значения плотности почв Северо-Западного Приладожья, полученные лабораторным (ρ_b) и расчётным (d_v) методами.

Почва	М*	Горизонт (мощность, см)	ρ_b , г/см ³	d_v , г/см ³
Литозём	1	H (1–4)	0.43	0.73
	2	H (1–4)	0.26	0.23
	3	H (1–5)	0.51	0.53
Торфяно-литозём	4	T (5–11)	0.15	0.14
		Th (11–28)	0.73	0.75
	5	T (0–11)	0.11	0.12
		Th (11–25)	0.28	0.30
Подбур	6	H (2–5)	0.44	0.40
		BHF (5–37)	0.79	0.87
		BF (37–43)	0.91	0.93
Дерново-подбур	7	AY (1–20)	0.57	0.59
		BF (20–32)	0.78	0.87
		BFg (32–43)	0.87	0.82
	8	AY (1–25)	0.84	0.79
		BF (25–43)	0.88	0.95
		BFg (43–67)	1.09	1.13
Глеезём	9	AY (1–13)	0.73	0.96
		G (13–60) / 20–30**	0.92	0.92
		G (13–60) / 50–60**	0.98	0.92
Литострат	10	0–5**	1.13	1.17
		5–10**	1.56	1.51

Примечание: * – местоположение, ** – глубина отбора, см.

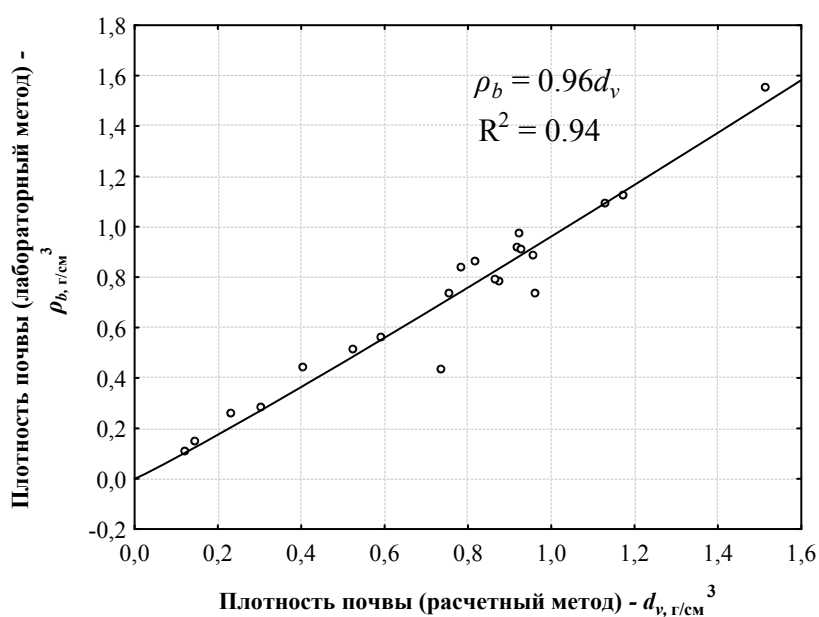


Рисунок 4. Взаимосвязь между величинами плотности почвы, полученной лабораторным методом (ρ_b) и расчётным (d_v).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования позволили сделать вывод, что лабораторный и расчётный метод определения плотности почвы имеют близкие результаты, различие между которыми составило в среднем 10 %, что не превышает ошибки определения этих свойств почвенных проб в естественных и лабораторных условиях. Выявлена линейная связь между полученными величинами d_v и ρ_b с высоким коэффициентом детерминации – 0.94. На основании данной взаимосвязи внесён поправочный коэффициент в формулу Л.Б. Боровинской и Е.А. Дмитриевой для конкретного региона исследования (Северо-Западное Приладожье).

Таким образом, полученная формула может быть использована для определения плотности почв в Северо-Западном Приладожье, а также на других территориях со схожими природными условиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Шеин Е.В.* Курс физика почв: Учебное пособие. М.: Изд-во МГУ, 2005. 432 с.
2. *USDA-NRCS.* Soil Quality Physical Indicators: Selecting Dynamic Soil Properties to Assess Soil Function. 2008. URL: <http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/soils/health/resource/>.
3. *ISO 11272:1998* Soil quality – Determination of dry bulk density.
4. *Winder J.* Soil Quality Monitoring Programs: A Literature Review. 2003. P. 71.
5. *Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А.* Методы исследования физических свойств почв и грунтов. М.: «Высшая школа», 1973. 399 с.
6. *Рожнова Т.А.* Почвенный покров Карельского перешейка. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 184 с.

УДК 631.4

ВОЗДЕЙСТВИЕ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД НА ПОЧВЫ РЕЧНЫХ ДОЛИН ЮЖНОЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

И.Г. Сванидзе

Тюменский государственный университет

Рассматриваются особенности трансформации дерново-подзолистых иллювиально-железистых почв южной тайги Западной Сибири под воздействием минерализованных вод, фонтанирующих из открытых устьев бесхозных геологоразведочных скважин юга Тюменской области. Выявлено, что солоноватые воды хлоридно-натриевого состава с минерализацией 19.5 г/л провоцируют в исходных дерново-подзолистых иллювиально-железистых почвах процессы техногенного засоления и заболачивания, приводящие к формированию солончаков и перегнойных грунтово-глеевых сильнозасоленных почв. Показаны особенности солевого состава и физико-химических свойств новообразованных техногенных почв.

ВВЕДЕНИЕ

Воздействие минерализованных вод на почвы является серьезной экологической проблемой юга Тюменского региона, обусловленной открытым фонтанированием бесхозных геологоразведочных скважин. Они были пробурены в 50–60-ые годы XX века на нефть и газ и законсервированы (а не забетонированы, как это принято делать) по причине бесперспективности еще в годы бурения. Приблизительно в 80-ых г.г. коррозия привела к прорывам устьев законсервированных скважин и началу поступления на земную поверхность регулярных потоков минерализованных пластовых вод. Поскольку недостаток транспорта и грузоподъемной техники в те годы не позволял удаляться от водных магистралей, бурение осуществлялось на надпойменных террасах рек. В настоящее время на территории юга Тюменской области всего фонтанирует 40 скважин (Коновалов, 2012).

Наиболее старые и экологически опасные из них расположены в долинах Тобола и Иртыша в пределах подзоны южной тайги. За более чем двадцатилетний период в почвах речных долин могли произойти серьёзные преобразования. Воздействие минерализованных вод, фонтанирующих из открытых устьев бесхозных геологоразведочных скважин, на почвы изучено слабо.

Целью работы является изучение воздействия минерализованных вод на почвы речных долин южной тайги Западной Сибири на примере территорий бесхозных фонтанирующих скважин юга Тюменской области.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В качестве пробной площади для исследования выбрана территория фонтанирующей скважины Южно-Тобольской № 1-Р, которая оказывает постоянное воздействие на почвы примерно с середины 80-ых г.г. прошлого века, и охватывает часть долины Тобола в пределах второй надпойменной террасы и отличается слабой расчлененностью. Объектами исследования являются почвы и их фоновые аналоги.

На участке скважины заложен почвенно-геоморфологический профиль в пределах форм микрорельефа (рис. 1). Он начинается в микропонижении, в которое поступают пластовые воды из техногенного водоема, образовавшегося вокруг скважины, и заканчивается на микроповышении, где их воздействие отсутствует. Таким образом, он охватывает как фоновые почвы, так и почвы, подверженные техногенному воздействию.

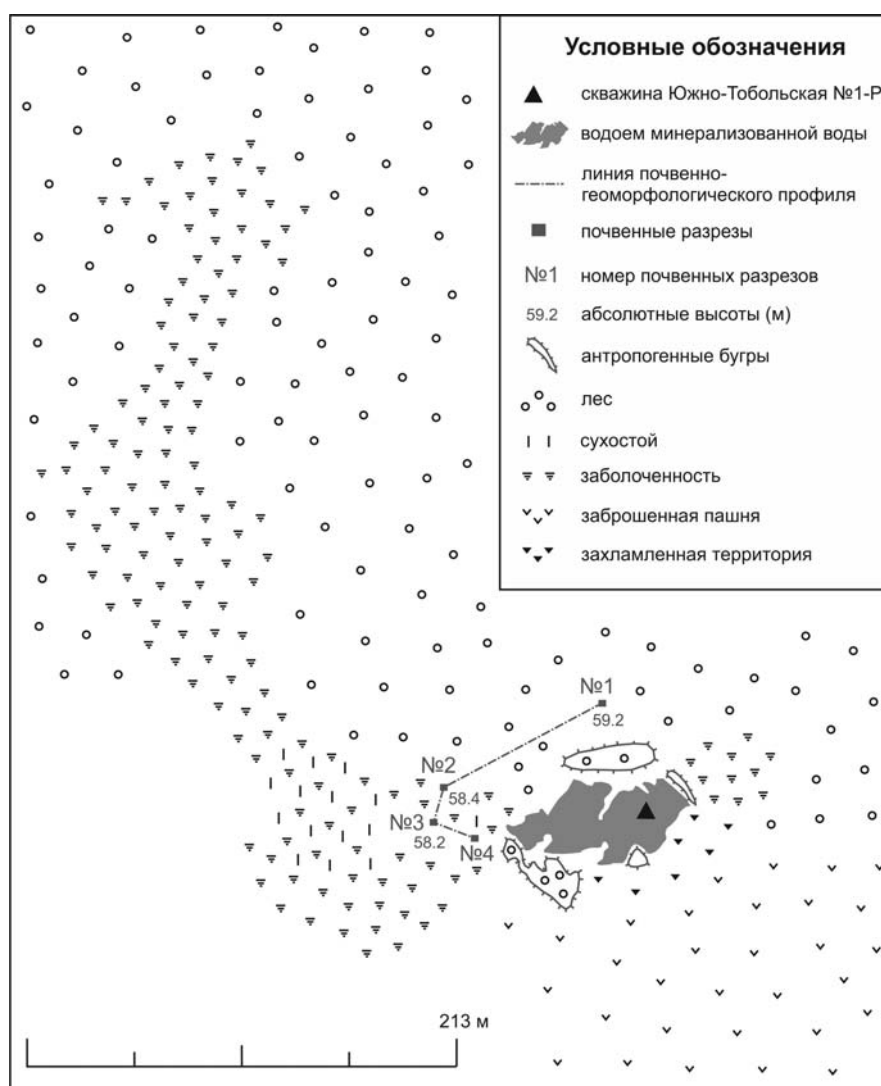


Рисунок 1. Почвенно-геоморфологический профиль на участке скважины Южно-Тобольской № 1-Р.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Согласно классификации О.А. Алекина (1953) по минерализации пластовые воды исследуемых скважин относятся к категории солоноватых вод (1–25 г/л), ионный состав характеризуется хлоридным классом группой натрия (табл. 1).

Таблица 1. Химический состав пластовой воды из фонтана скважины Южно-Тобольской № 1-Р (мг/л и ммоль(+)(–)/л)

Скважина	Главные ионы							$\Sigma_{\text{ионов}}$	pH	SAR
	Cl^-	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+			
Южно-Тобольская № 1-Р	10446	278	120	7812	567	121	133	19476	7.7	74
	294.7	4.6	2.6	341.2	28.4	9.9	3.5			

Примечание: концентрации ионов даны: числители – в мг/л и в знаменателе – в ммоль(+)(–)/л.

Значительное превышение содержаний иона Na^+ над суммой Ca^{2+} и Mg^{2+} и высокий коэффициент SAR соответствует очень высокой осолонцовывающей опасности этих вод ($\text{SAR} > 14$), а степень минерализации (более 3 г/л) соответствует очень высокой опасности засоления почв при их орошении водами такого химического состава (Diagnosis..., 1954).

Поступление солоноватых вод хлоридно-натриевого состава спровоцировало в почвах не только процессы техногенного засоления, но и заболачивания, что связано со слабой расчлененностью и плоским рельефом. До начала фонтанирования скважины, согласно космическому снимку 1967 года, почвы микропонижения, в которое поступают пластовые воды из техногенного водоема, развивались под лесной растительностью (рис. 2а). На современном космическом снимке вместо участка леса образовался гидроморфный участок, врезающийся в лесной массив (рис. 2б) и характеризующийся эвтрофной болотной растительностью и сухостоем деревьев.

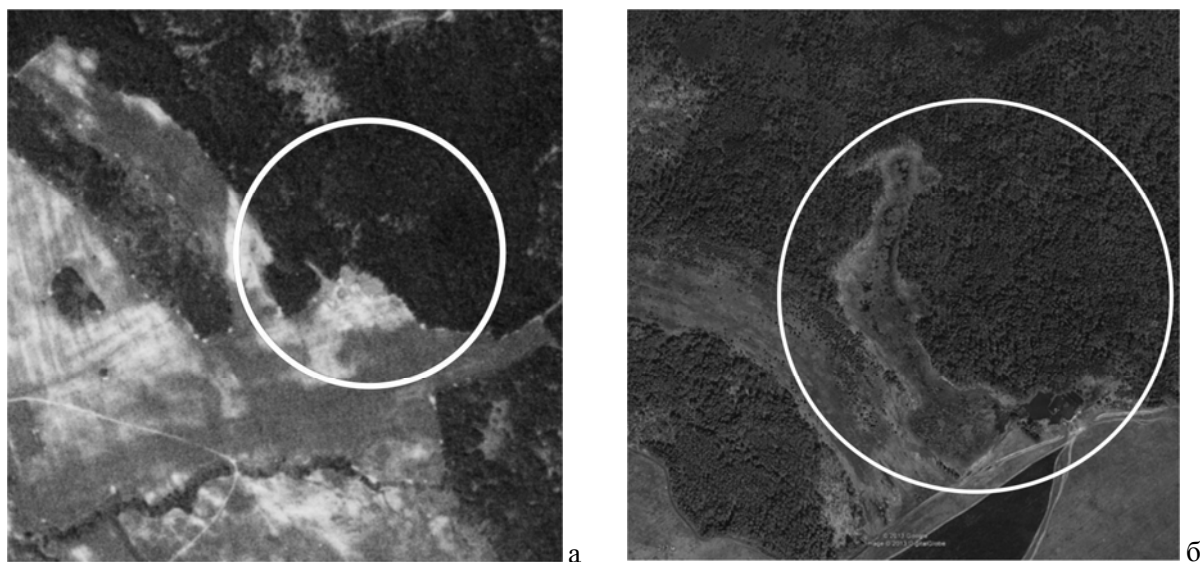


Рисунок 2. Сравнение космических снимков до начала фонтанирования скважины (а – Corona, 6.18.1967) и в настоящее время (б – GeoEye, 5.27.2011).

Фоновой почвой является *дерново-подзолистая иллювиально-железистая супесчаная почва* (рис. 1, разрез №1) (Классификация..., 1977). Она сформировалась под смешанным березово-сосновым лесом с злаково-разнотравным покровом. Концентрации ионов солей находятся на минимальном уровне (0.1–0.2 ммоль/100 г), сумма солей составляет 0.02–0.05 %. Содержания обменного Na^+ во всех горизонтах почвы находится на минимальном уровне (0.1–0.2 ммоль(+)/100 г). В составе обменных катионов преобладает Ca^{2+} , содержание которого увеличивается вниз по профилю от 1.0–2.2 ммоль/100 г в

верхних горизонтах до 15.8 ммоль/100 г в иллювиально-железистом горизонте. Верхние горизонты и ненасыщены, в нижних горизонтах степень насыщенности увеличивается до 83–85 %. Реакция в целом слабокислая ($pH_{H_2O} = 5.0–5.9$), в иллювиально-железистом горизонте – нейтральная ($pH_{H_2O} = 6.2$).

В краевой части микропонижения выявлена *дерново-литогенная слабозасоленная легкосуглинистая почва* (рис. 1, разрез №2) (Почвоведение, 1989). Она сформировалась под травянистой растительностью. По-видимому, эти почвы распространены на исследуемом участке совместно с дерново-подзолистыми. В почвообразующей породе выявлено оглеение, связанное, предположительно, с поступлением минерализованных вод. Концентрации ионов Cl^- и Na^+ составляют 0.7–5.5 ммоль/100 г, сумма ионов – 0.10–0.40 %. Тип химизма – Cl-Na. В составе обменных оснований преобладает обменный Na^+ (4.5–33 % от емкости обмена). Реакция почвы в целом нейтральная ($pH_{H_2O} = 6.3–6.5$). В верхней части органогенного горизонта – слабощелочная ($pH_{H_2O} = 7.2$).

В микропонижении дерново-подзолистая почва трансформировалась в *перегнойную грунтово-глеевую сильнозасоленную супесчаную почву* (рис 1: разрез № 3) (Классификация..., 1977). Она сформировалась под эвтрофной болотной растительностью и характеризуется накоплением перегноя на поверхности и сильным оглеением нижней части профиля (иллювиально-железистого горизонта исходной почвы). Оба процесса связаны с усилением гидроморфности за счет поступления пластовых вод и поднятия уровня грунтовых вод. Содержание углерода органических соединений в перегнойном горизонте составляет 3.6 %. Невысокое значение этого показателя связано, предположительно, с богатством почвы минеральными компонентами, при котором интенсивно протекают процессы разложения органических веществ. Совместно с заболачиванием происходит накопление солей, максимум которых приходится на поверхностный горизонт (рис. 3).

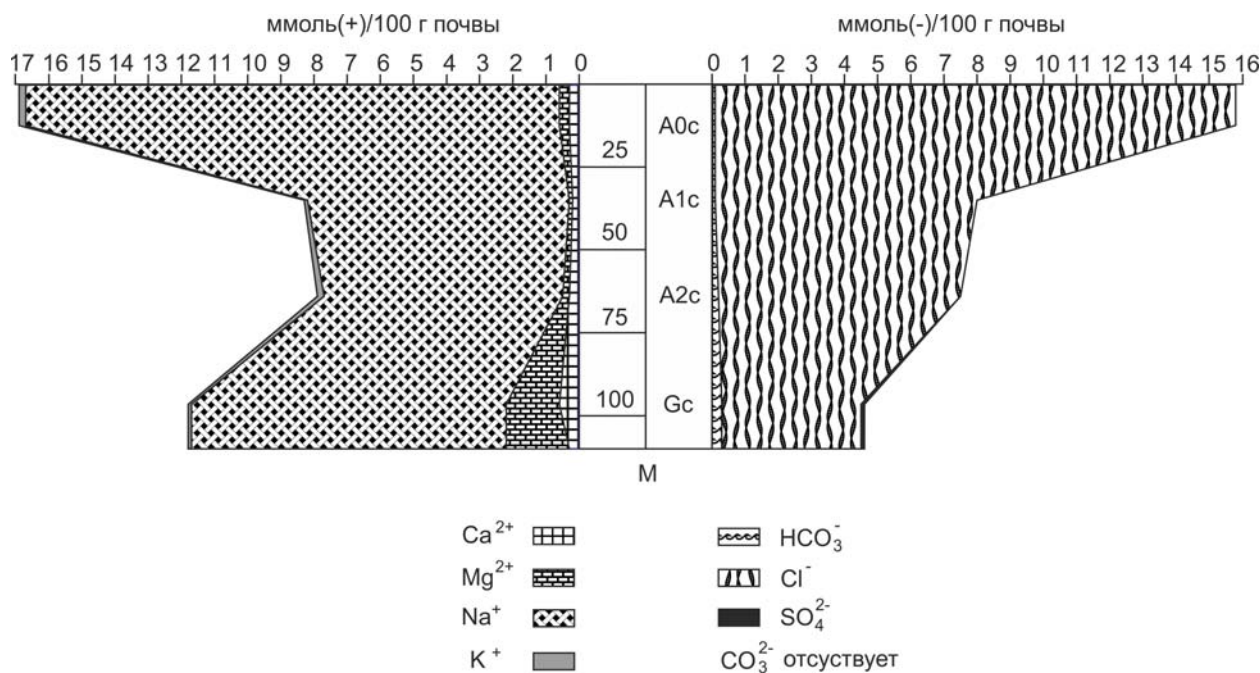


Рисунок 3. Солевой профиль перегнойной грунтово-глеевой сильнозасоленной супесчаной почвы.

Сумма солей в этом горизонте составляет 0.95 %, в нижележащих горизонтах – 0.45–0.48 %. Химизм – Cl-Na. В составе обменных оснований доминирует Na^+ , содержание которого составляет 58–72 % от емкости поглощения. Степень насыщенности возросла до 90 % и выше. Значительное снижение гидролитической кислотности ($H_r = 0.2–1.0$ ммоль-экв/100 г) свидетельствуют об уменьшении содержаний иона H^+ . Реакция почвы уже не кислая и слабокислая, а слабощелочная и щелочная ($pH_{H_2O} = 7.2–8.3$), что свидетельствует о ее подщелачивании.

У техногенного водоема выявлен солончак хлоридно-натриевый по дерново-подзолистой иллювиально-железистой супесчаной почве (рис 1: разрез №4) (Классификация..., 1977). Почва характеризуется еще более высокой степенью гидроморфности и отсутствием растительности. Солоноватые грунтовые воды в период фонтанирования скважины находились высоко в профиле (на глубине 25–30 см), что привело к оглеению не только иллювиально-железистого горизонта, но и нижней части подзолистого горизонта исходной почвы. Из лесной подстилки сформировался поверхностный перегнойный горизонт с относительно невысоким содержанием углерода органических соединений (3.3 %), что значительно меньше, чем в лесной подстилке фоновой почвы (15.7 %). На этот горизонт приходится максимум легкорастворимых солей в профиле (рис. 4).

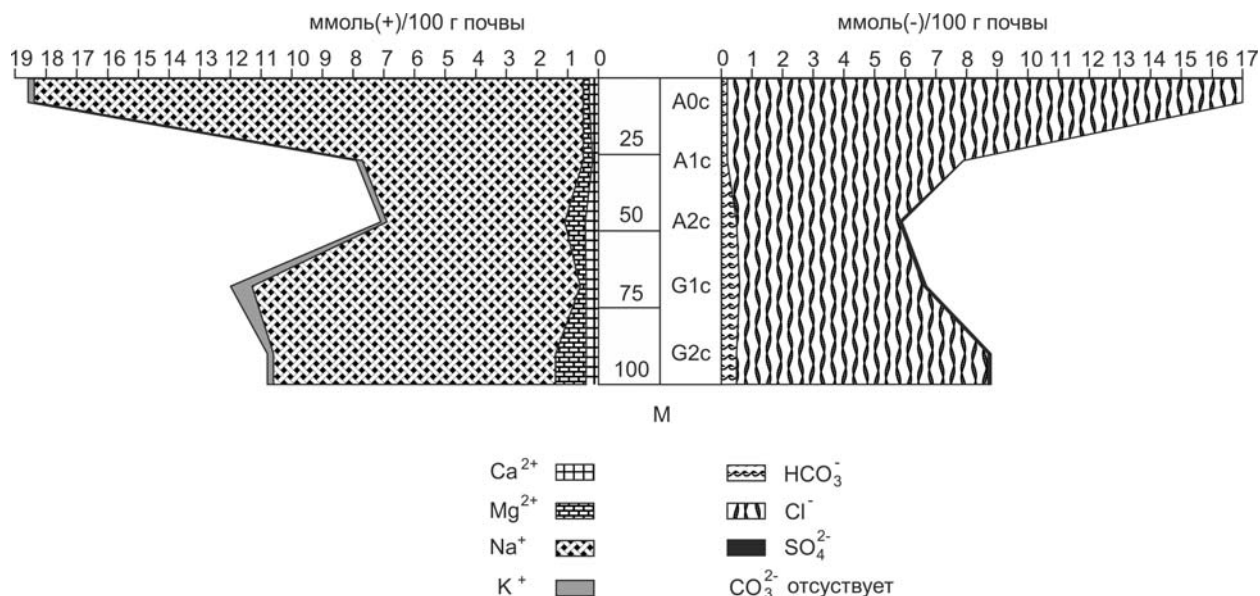


Рисунок 4. Солевой профиль солончака хлоридно-натриевого по дерново-подзолистой иллювиально-железистой супесчаной почве.

Сумма солей в нем превышает 1 %. Химизм – Cl-Na. Содержание обменного Na^{+} составляет 49–68 % от емкости обмена. Степень насыщенности во всех горизонтах – свыше 90 %. Гидролитическая кислотность значительно понижена ($\text{H}_f = 0.2\text{--}0.5$ ммоль-экв/100 г). Актуальная кислотность в различных горизонтах соответствует слабощелочной ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 7.8$), щелочной ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 8.6\text{--}8.8$) и даже сильнощелочной ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 9.2\text{--}9.4$) реакции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Пластовые воды фонтанирующей геологоразведочной скважины Южно-Тобольской № 1-Р являются солоноватыми водами хлоридно-натриевого состава, обладающие высокой потенциальной опасностью засоления и осолонцевания почв.

2. Регулярное поступление солоноватых вод в почвы пробного участка провоцирует процессы техногенного засоления и заболачивания, приводящие к трансформации дерново-подзолистых иллювиально железистых почв в солончаки и перегнойные грунтово-глеевые сильнозасоленные почвы.

3. Новообразованные почвы значительно отличаются от исходных по физико-химическим свойствам (по кислотности, составу обменных оснований и др.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Алейкин О.А. Основы гидрохимии / Ленинград: Гидрометиздат. 1953. – 295 с.
2. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. – 224 с.

3. Коновалов И.А. Экологические последствия воздействия пластовых вод из устья геологоразведочных скважин: автореферат на соиск. уч. степ. канд. биол. наук, Омск, 2012. – 19 с.
4. Почвоведение / Под ред. И.С. Кауричева, Н.П. Панова, Н.Н. Розова и др.; – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 719 с.
5. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*, U.S. Department of Agriculture, Washington, 1954. 159 p.

Работа рекомендована д.б.н., доц. А.В. Соромотиным.

УДК 641.46:582.23.017.64

ФИТОГОРМОНАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ДРОЖЖЕВЫХ ГРИБОВ

Р.А. Стрелецкий

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова
факультет почвоведения

Проведена работа по изучению способности природных штаммов дрожжей синтезировать фитогормон 3-индолилуксусную кислоту (ауксин, ИУК, IAA). Было отобрано 65 штаммов дрожжей, выделенных из филлосферы, ризосферы, почвы, энтомофильных цветков, воды, ила, мха и морских водорослей, относящихся к 21 виду. Более половины штаммов было выделено в Московской области. Было показано, что ИУК (IAA) способно синтезировать большинство исследованных нами дрожжевых грибов и эта способность является штаммоспецифичным признаком. Наиболее активные штаммы принадлежали к эпифитным (*Rhodotorula mucilaginosa*, *Cryptococcus wieringae*) и ризосферным (*Cryptococcus terricola*) видам дрожжевых грибов. Минимальная концентрация ИУК в культуральной жидкости наблюдалась у штаммов, выделенных из воды, мха, ила и морских водорослей.

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на интерес исследователей к дрожжевым грибам, нельзя сказать, что раскрыты и изучены все свойства и особенности дрожжей. Например, фитогормональная активность дрожжей – крайне малоизученная область. Известно, что почвенные дрожжи *Candida tropicalis*, обладающие фитогормональной активностью, положительно влияют на рост растений (Amprayn et al., 2012). В настоящее время есть некоторые данные о способности дрожжевых грибов продуцировать ауксин, который, как известно, стимулирует формирование корневой системы и способствует росту растительных клеток в длину (Nassar et al., 2005). Учитывая тот факт, что филлосфера (Глушакова, Чернов 2007; Глушакова, Чернов 2010), ризосфера и ризоплана (El-Tarabily et al., 2005) являются типичными местообитаниями для различных видов дрожжей (где их численность может достигать 10^7 КОЕ/г), то неудивительно наличие фитогормональной активности у дрожжей. Несомненно, дрожжи и растения представляют собой коэволюционирующие системы (Чернов, Марфенина, 2010), в которых наличие биохимических регуляторных механизмов обеспечивает лучшую приспособляемость и выживаемость этих групп организмов.

Кроме того, дрожжевые грибы способны развиваться в качестве эндофитов в запасающих тканях семян, где их численность в значительной степени возрастает непосредственно перед прорастанием семян (Исаева, Глушакова, 2009). Не исключено, что метаболиты дрожжей могут стимулировать прорастание семян. Такими метаболитами могут быть фитогормоны (ауксины, гибберелины, цитокинины), бензолкарбоновые кислоты и другие соединения.

Было установлено, что экскретируемый дрожжевыми клетками ауксин стимулирует развитие зародышевого корешка семян кукурузы (Исаева и др., 2010; Nassar et al., 2005). Есть данные о высокой ауксиногенной активности (до 234.1 мкг/мл) дрожжей, выделен-

ных из филлопланы в Таиланде (Limtong, Koowadjanakul, 2012). Дрожжи культивировались при добавке триптофана в концентрации 1 г/л. Определение ИУК было проведено фотометрическим методом.

В настоящей работе был проведен скрининг штаммов дрожжей, отобранных из различных субстратов, на присутствие ИУК в культуральной жидкости.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В качестве объекта исследования были отобраны 65 штаммов дрожжей, выделенные из филлосферы, корней, ризосферы, почвы, энтомофильных цветков, ила, воды и мха, относящихся к 21 виду. Все штаммы были идентифицированы на основании данных о нуклеотидной последовательности в домene D1/D2 рибосомальной ДНК (Scorzetti et al. 2002) в 2011–2012 годах и хранились при -20°C . За 7 дней до начала эксперимента штаммы были разморожены и высеяны на чашки Петри с глюкозо-пептоно-дрожжевым агаром (GPDA). Чашки хранились при 20°C .

Для получения культуральной жидкости дрожжи выращивали в климатической камере при 18°C в микробиологических матрасах Greiner200, на качалке, в течение 7 дней (Limtong, Koowadjanakul, 2012). Среду для культуральной жидкости приготавливали из расчёта 6.7 грамма азотной основы фирмы «Fluka» и 5 грамм глюкозы на один литр воды (Kurtzman, Fell, 1998). После снятия с качалки культуральную жидкость переносили в пробирки, центрифугировали в течение 10 минут при 11500G, отбирали надосадочную жидкость и подкисляли её соляной кислотой до $\text{pH} \sim 3$. После этого проводили экстракцию этилацетатом в делительной воронке, который затем выпаривали на ротаторном испарителе до 1 мл, после чего переносили в измерительные вials (Tien et al., 1979; Lu et al., 2010).

Количественное определение ИУК проводили на высокоэффективном жидкостном хроматографе Agilent 1100 series с УФ-детектором. Использовались предколонка Security Guard Catridges C18 4x3.0 мм и аналитическая колонка ВЭЖХ Диасфер 110-C18 5 мкм 4.0x250 мм. Длина волны детектирования – 222 нм. Скорость потока элюента – 0.75 мл/мин. Подвижная фаза – вода; ацетонитрил; 0.05 % трифторуксусная кислота (45:54:1% v/v). Объем вводимой пробы – 10 мкл. Температура термостата колонок – 30°C . Продолжительность анализа 15 минут.

Для калибровки прибора использовали растворы в ацетонитриле стандартного вещества 3-индолилуксусной кислоты фирмы «ДиаМ». Калибровку проводили по пяти уровням. Отклонение от линейности не превышало 15 %.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Хроматографический анализ культуральных жидкостей штаммов проводили после выращивания в течение 7 дней в жидкой среде. Было показано, что ИУК присутствует в культуральной жидкости почти всех исследованных нами дрожжевых грибов (табл.). При этом концентрация ауксина существенно различалась у разных видов и штаммов. Установлено, что 55 из 65 исследованных штаммов способны к производству ауксина. Наиболее активно синтезировали 3-индолилуксусную кислоту виды: *Rhodotorula mucilaginosa* и *Cryptococcus terricola*.

К этим же видам принадлежат и штаммы, показавшие максимальные значения содержания ИУК: *Rhodotorula mucilaginosa* (№11) – 2.03 мкг/мл, *Cryptococcus terricola* (№3960) – 2.5 мкг/мл. *Rhodotorula mucilaginosa* является одним из наиболее типичных эпифитов, входящих в группу доминантов на различных растительных субстратах. Кроме того, он наиболее часто обнаруживаются в качестве эндофита в растительных тканях, причем не только в надземных, но и в подземных частях растений (Исаева и др., 2010). *Cryptococcus terricola* – вид, который чаще всего обнаруживается в почве и подстилке, и никогда не встречается в филлосфере. Этот вид дрожжей наиболее обилен на поверхности корней по сравнению с другими видами дрожжей (Чернов, 2013).

Таблица. Концентрация ИУК в культуральной жидкости исследованных штаммов дрожжей.

№ сикв.	вид	мкг/ мл	№ сикв.	вид	мкг/ мл
61	<i>Candida bombi</i>	0.51	256	<i>Cystofilobasidium capitatum</i>	0.80
62	<i>Candida bombi</i>	0.38	3920	<i>Cystofilobasidium capitatum</i>	0.41
55в	<i>Candida sake</i>	0.19	3970	<i>Cystofilobasidium capitatum</i>	0.54
91в	<i>Candida sake</i>	0.19	4257	<i>Cystofilobasidium capitatum</i>	0.61
68	<i>Candida oleophila</i>	0.08	4316	<i>Cystofilobasidium capitatum</i>	0.00
207	<i>Candida oleophila</i>	0.04	120в	<i>Cystofilobasidium capitatum</i>	0.51
3975	<i>Candida oleophila</i>	0.00	230в	<i>Cystofilobasidium capitatum</i>	0.00
4030	<i>Candida oleophila</i>	0.12	25в	<i>Cystofilobasidium capitatum</i>	0.00
4074	<i>Candida oleophila</i>	0.09	4004	<i>Debaryomyces hansenii</i>	0.18
4075	<i>Candida oleophila</i>	0.00	4142	<i>Debaryomyces hansenii</i>	0.42
4120	<i>Candida oleophila</i>	0.05	4033	<i>Debaryomyces hansenii</i>	0.23
445	<i>Cryptococcus adeliensis</i>	0.14	46	<i>Metschnikowia reukaufii</i>	0.43
313	<i>Cryptococcus gastricus</i>	0.17	90	<i>Metschnikowia reukaufii</i>	0.24
10к	<i>Cryptococcus gastricus</i>	0.37	383	<i>Metschnikowia reukaufii</i>	0.08
16	<i>Cryptococcus magnus</i>	0.06	132в	<i>Metschnikowia zobelii</i>	0.00
140в	<i>Cryptococcus magnus</i>	0.00	149в	<i>Metschnikowia zobelii</i>	0.00
145	<i>Cryptococcus podzolicus</i>	0.05	11	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	2.03
441	<i>Cryptococcus terreus</i>	0.13	54	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	0.35
367	<i>Cryptococcus terricola</i>	0.04	70	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	0.44
369	<i>Cryptococcus terricola</i>	0.53	71	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	0.27
3960	<i>Cryptococcus terricola</i>	2.50	161	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	1.48
4051	<i>Cryptococcus terricola</i>	1.61	3949	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	0.38
4068	<i>Cryptococcus terricola</i>	0.15	4125	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	0.05
4329	<i>Cryptococcus terricola</i>	0.15	4169	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	0.24
4200	<i>Cryptococcus victoriae</i>	0.04	4170	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	0.33
4273	<i>Cryptococcus victoriae</i>	0.11	124	<i>Saccharomyces paradoxus</i>	0.01
п11	<i>Cryptococcus victoriae</i>	0.01	149д	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	0.00
237	<i>Cryptococcus wieringae</i>	0.76	4д	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	0.00
516	<i>Cryptococcus wieringae</i>	0.11	160в	<i>Sporobolomyces roseus</i>	0.23
3928	<i>Cryptococcus wieringae</i>	1.20	91вус	<i>Sporobolomyces roseus</i>	0.00
4047	<i>Cryptococcus wieringae</i>	0.76	7	<i>Wickerhamomyces anomalus</i>	0.15
4251	<i>Cryptococcus wieringae</i>	0.15	388	<i>Wickerhamomyces anomalus</i>	0.27
			293	<i>Yamadazyma friedrichii</i>	0.15

Необходимо отметить, что велики колебания ауксиногенной активности среди штаммов одного вида. Например, для *Rhodotorula mucilaginosa* от 0.05 до 2.03 мкг/мл (9 штаммов); для *Cryptococcus wieringae* от 0.11 до 1.20 мкг/мл (5 штаммов); для *Cryptococcus terricola* от 0.04 до 2.5 мкг/мл (6 штаммов). Исходя из всего вышесказанного, можно утверждать, что способность синтезировать 3-индолилуксусную кислоту – признак, зависящий от свойств конкретного штамма. Дрожжи, ассоциированные с растениями, представляют собой коэволюционирующие системы, что подтверждается существованием эндофитных дрожжей, поэтому неудивительна высокая ауксиногенная активность дрожжей, выделенных из почвы и филлосферы (рис.). Штаммы, выделяющие ауксин, могут получить индивидуальное преимущество, стимулируя рост растения и выделение им экссудатов.

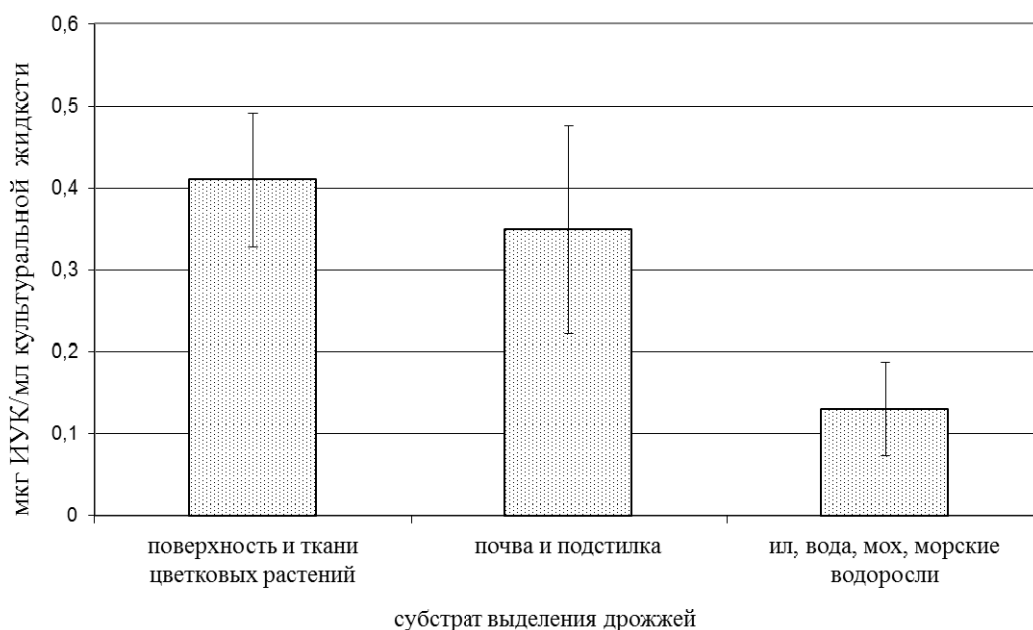


Рисунок. Средняя ауксиногенная активность исследованных штаммов дрожжей в зависимости от субстрата выделения.

Также, экскретируя 3-индолилуксусную кислоту, дрожжи могут влиять на микробные сообщества. Создавая вокруг себя богатую ИУК среду, дрожжи дают преимущество бактериальным видам, способным утилизировать ИУК. Также, ИУК является слабой кислотой, которая может подкислять цитоплазму, тем самым ингибируя рост бактерий. Известно также, что ИУК в культуральной жидкости бактерий дает им повышенную устойчивость к таким факторам среды, как ультрафиолетовое излучение и солевой стресс (Dusa et. al, 2013). Возможно, что такое влияние ИУК оказывает и на дрожжи.

В среднем, наименьшую активность проявляют штаммы, выделенные из таких субстратов как ил, вода, мох (Рисунок 1).

Только два исследованных нами вида не проявили ауксиногенной активности – *Saccharomyces cerevisiae* и *Metschnikowia zobelii*. Можно предположить, что в данный эксперимент попали неактивные штаммы, но если исследовать большее количество штаммов этих видов, то удастся найти штаммы, способные производить ауксин.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате исследования удалось установить, что ауксиногенная активность – широко распространённое явление среди дрожжей разных экологических групп, имеющая штаммовую зависимость. Можно считать, что штаммы дрожжей, выделенные из почвы, подстилки и с цветковых растений – более активные производители ИУК, чем штаммы, выделенные из таких субстратов как мхи, ил, вода. Ауксиногенная активность дрожжей обусловлена, по всей видимости, их коэволюцией с растениями. Весьма вероятно, что способность дрожжей синтезировать ИУК можно применять в агроценозах, для стимуляции роста культурных видов растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глушакова А.М., Чернов И.Ю. Сезонная динамика численности эпифитных дрожжей //Микробиология. 2007. Т. 76. № 5. С. 668–674.
2. Глушакова А.М., Чернов И.Ю. Сезонная динамика структуры сообществ эпифитных дрожжей //Микробиология. 2010. Т. 79. № 6. С. 832–842.
3. Исаева О.В., Глушакова А.М., Юрков А.М., Чернов И.Ю. Дрожжи *Candida railenensis* в плодах дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) //Микробиология. 2009. Т. 78. № 3. С. 399–403.

4. Исаева О.В., Глушакова А.М., Гарбуз С.А., Качалкин А.В., Чернов И.Ю. Эндوفитные дрожжевые грибы в запасающих тканях растений //Известия РАН. Серия биологическая. 2010. № 3. С. 34–43.
5. Чернов И.Ю. Дрожжи в природе. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013, 336 с.
6. Чернов И.Ю., Марфенина О.Е. Адаптивные стратегии грибов в связи с освоением наземных местообитаний. Серия «Гео-биологические системы в прошлом». М.: ПИН РАН, 2010. С. 95–111.
7. Amprayn K., Rose M.T., Kecskes M., Pereg L., Nguyen H.T., Kennedy I.R. Plant growth promoting characteristics of soil yeast (*Candida tropicalis* HY) and its effectiveness for promoting rice growth//Applied Soil Ecology, 2012, vol.61, p.295–299.
8. Duca D., Lorv J., Patten C. L., Rose D., Glick B.R. Indole-3-acetic acid in plant–microbe interactions// Antonie van Leeuwenhoek, 2013, 80th Anniversary Issue.
9. El-Tarabily K.A., Sivasithamparam K. Potential of yeasts as biocontrol agents of soil-borne fungal plantpathogens and as plant growth promoters //Mycoscience. 2006. V. 47. №1. P. 25–35.
10. Kurtzman C.P., Fell J.W. (eds.) The Yeasts, a taxonomic study. Fourth revised and enlarged edition. Amsterdam: Elsevier Science B.V. 1998. 1055 p.
11. Lu Qiaomei, Chen Lihui, Lu Minghua, Chen Guonan and Zhang Lan. Extraction and analysis of auxins in plants using dispersive liquid–liquid microextraction followed by high-performance liquid chromatography with fluorescence detection //J. Agric. Food Chem. 2010. V. 58. № 5. P. 2763–2770.
12. Nassar A.H., El&Tarabily K.A., Sivasithamparam K. Promotion of plant growth by an auxin producing isolate of the yeast *Lindnera saturnus* endophytic in maize (*Zea mays* L. roots //J. Biol. Fertility Soils. 2005. V. 42. №2. P. 97–108.
13. Tien, T.M., Gaskins, M.H., Hubbel, D.H. Plant growth substances produced by *Azospirillum brasilense* and their effect on the growth of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.) //Appl. Environ. Microbiol. 1979. V. 37. № 5. P. 1016–1024.

Работа рекомендована д.б.н., членом-корреспондентом РАН И.Ю. Черновым

УДК 574.474

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАШТАНОВЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ СКЛОНОВЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ ДОЛИНЫ МАНЫЧА

К.С. Сушко

Институт аридных зон ЮНЦ РАН, Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

Проведены исследования каштановых почв в условиях склоновых агроландшафтов. На основе полевых данных была дана сравнительная характеристика почв, формирующихся на склонах разных экспозиций в долине Маныча. Установлено, что почвы склонов северной экспозиции обладают лучшими агрофизическими показателями, чем почвы склонов южной экспозиции.

ВВЕДЕНИЕ

Долина Маныча расположена в южной части Русской равнины, в сухостепной зоне на границе с Прикаспийской полупустыней. Территориально она располагается в Ростовской области, Ставропольском крае и республике Калмыкия. Бассейн озера Маныч-Гудило входит в состав бассейна р. Западный Маныч.

На исследуемой территории, в зоне каштановых почв формируются как целинные (эталонные) сухостепные ландшафты, так и антропогенно-преобразованные. Комплексность почвенного покрова обусловлена взаимосвязью природных и антропогенных факторов.

Для долины Маныча характерным является сложный микрорельеф, неравномерное распределение атмосферных осадков, высокие годовые амплитуды температуры воздуха, высокий уровень минерализации грунтовых вод (Ильина и др. 2011; Матишов и др. 2010, 2011). Антропогенная деятельность (распашка земель, ненормированный выпас, орошение минерализованными водами и др.) приводит к деградации и потере плодородия почв сельхозугодий.

Особенности агрономически значимых параметров плодородия склоновых почв при их сельскохозяйственном использовании связаны в первую очередь с существенной дифференциацией почв склонов от их верхней части к нижней по генетической принадлежности, физико-химическим свойствам, теплофизическим и гидротермическим параметрам, а во вторую – различия в ресурсах тепла и влаги приводят к развитию разных негативных процессов (эрозия, потеря гумуса, ухудшение структуры и др.) при антропогенном воздействии.

ЦЕЛЬ проводимых исследований – изучить физико-химические показатели каштановых почв в склоновом агроландшафте.

ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

- Произвести описание почвенных эколого-географических профилей.
- Определить различия основных физико-химических показателей в склоновом агроландшафте (склоны южной и северной экспозиций).
- На основе статистической обработки полученных результатов выявить показатели потери плодородия каштановых почв сельхозугодий.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В 2013 году на склоновом агроландшафте Орловского района были заложены 2 эколого-географических профиля:

Первый профиль располагался на склоне южной экспозиции в 7 км от НЭС Маныч ЮНЦ РАН (угол наклона $3^{\circ}4'$, длина пахотной площади на склоне – 1047 м).

В верхней части склона формируются каштановые слабозасоленные почвы, в средней каштановые слабозасоленные слабосмытые почвы, в нижней части каштановые солончаковатые.

Второй профиль был заложен на склоне северной экспозиции в 8.3 км от п. Камышевка (угол наклона $5^{\circ}13'$, длина пахотной площади на склоне – 1078 м).

В полевых условиях проводились описания морфологических свойств почв (цвет, влажность, структура, гранулометрический состав, вскипание, глубина залегания карбонатов и т.п.). Почвенные образцы отбирались по горизонтам 0–20, 20–50 см, через равные интервалы, по направлению геохимического стока, а также по мере изменения угла склона.

Лабораторные и камеральные исследования по изучению морфологических, химических, физических свойств почв выполнялись общепринятыми методиками (Аринушкина, 1970) в аналитической лаборатории ИАЗ ЮНЦ РАН.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Основным типом почв исследуемой территории является каштановый. Встречаются подтипы каштановых, темно-каштановых почв, а также тип лугово-каштановых, и засоленные типы почв – солонцы каштановые и солончаки. Комплексность почвенного покрова является характерной чертой изучаемой территории, преобладающими почвами которой являются каштановые, которые часто залегают в комплексе с засоленными почвами солонцами и солончаками (Ильина, 2010; Матишов и др., 2011).

Содержание органического вещества почв является интегральным показателем плодородия каштановых почв (Ильина и др. 2011). Среднее содержание гумуса в пахотном слое каштановых почв изменяется от 1.7 % до 2.5 % (Безуглова, 2001; Безуглова, Хырхырова, 2008). При длительном сельскохозяйственном использовании содержание гумуса и

его запасы в масштабах сельскохозяйственного угодья способны сильно изменяться. В условиях склонового агроландшафта прослеживается дифференциация общего содержания гумуса по склону (рис. 1). Верхняя часть склона содержит большее количество гумуса (2.02 %), чем нижняя (1.37 %).

Это может быть связано с перераспределением почвенной массы вниз по склону, и изменением агрофизических свойств почв. Нестабильность во времени обусловлена тем, что на содержание гумуса влияют как природные процессы (воздействие ветра, ливневых осадков, высокие годовые амплитуды температур, уровень грунтовых вод), так антропогенное воздействие (использование устаревшей сельхозтехники, применение сильноминерализованных вод для орошения, недостаточный объем внесения удобрений) (Ильина, 2010).

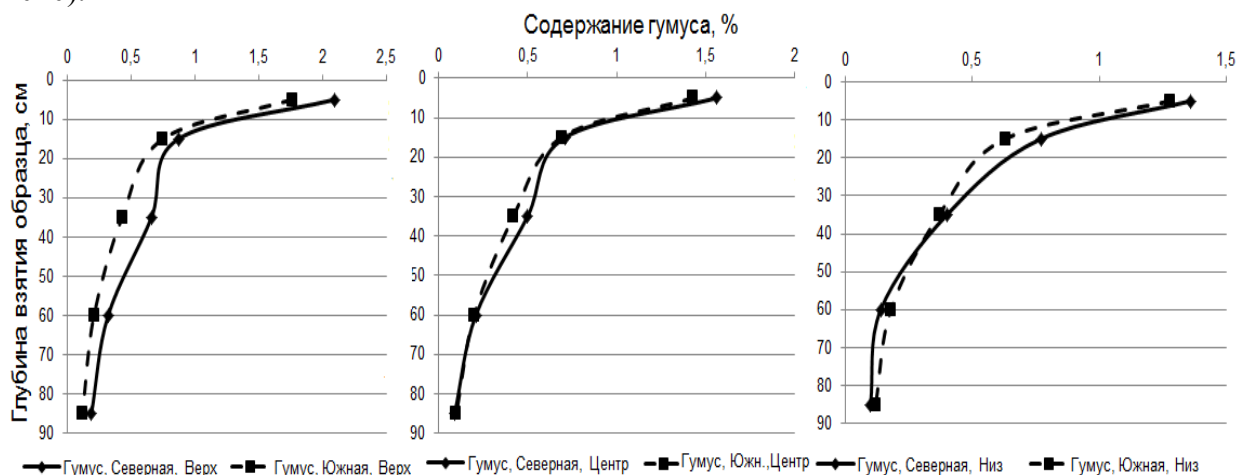


Рисунок 1. Изменение содержания гумуса в пахотном горизонте каштановой почвы в агроландшафтах на склонах северной и южной экспозиции.

Плотность почвы на склоне южной экспозиции выше, на склоне северной экспозиции она несколько ниже (1.02 г/см^3 в южной, 0.96 г/см^3 в северной, в верхней части; в средней части 1.11 г/см^3 в южной, 1.09 г/см^3 в северной; в нижней части 1.16 в южной, 1.14 в северной). Таким образом, плотность почв уменьшается от нижней части склона к верхней, как на склоне северной экспозиции, так и на склоне южной экспозиции.

В нижней части профиля величина сухого остатка составляет 0.434 % и 0.558 % соответственно в склоне северной и южной экспозиции. Верхняя часть профиля содержит меньшее количество легкорастворимых солей (0.098 % и 0.132 % на склонах северной и южной экспозиции).

Величина pH почвенного раствора увеличивается в нижней части склона (7.7 и 7.8 в склонах северной и южной экспозиции соответственно). Это объясняется большим накоплением легкорастворимых солей в нижней части профиля, связанной с дифференциацией почвенной массы вниз по склону.

Содержание агрономически ценных агрегатов может быть обусловлено различными силами. Чаще всего оно вызвано склеиванием частиц и микроагрегатов набухающих в воде периферийными оболочками частиц и последующим высыханием. Своим возникновением структура обязана всем процессам, вызывающим неравномерные объемные изменения в почвенной массе: увлажнению и высыханию, замерзанию и оттаиванию почвы и др. Количество агрономически ценных агрегатов в почвах склона северной экспозиции 72.17 %, в то время как в почвах склона южной экспозиции их содержание составляет 67.12 %. В пределах почвенного профиля содержание агрономически ценных агрегатов в почвах выше в верхней части профиля, чем в нижней в среднем на 5 %.

Различия в свойствах почв подтверждаются динамикой коэффициента структурности почв (рис. 2). Почвы в пахотных горизонтах (0–20 см) обладают большей структурностью, чем в нижележащих горизонтах (20–50 см). На склоне северной экспозиции коэф-

коэффициент структурности составляет от 1.7 до 1.2; на склоне южной экспозиции величина коэффициента структурности составляет от 1,6 до 1.0 (рис. 2).

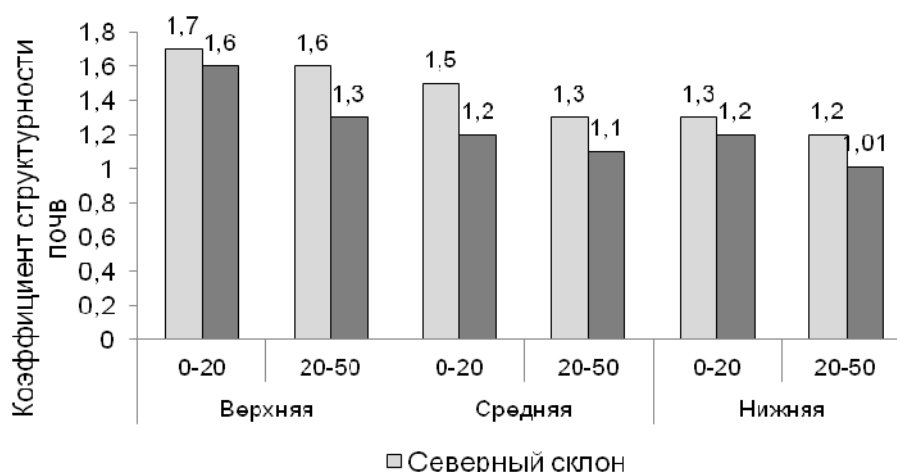


Рисунок 2. Изменение коэффициента структурности в склоновом агроландшафте в зависимости от экспозиции и части склона.

Таблица. Матрица корреляции почвенных показателей по результатам полевых исследований в склоновом агроландшафте (верхнее значение для склона северной экспозиции, нижнее – для южной экспозиции).

Почвенный показатель	pH	Содержание гумуса, %	Плотность, г/см ³	Влажность, %	Содержание а.ц.а (0,25–10 мм), % (сухое просеивание)	Содержание а.ц.а (0,25–10 мм), % (мокрое просеивание)	Коэффициент структурности
pH	1	–0.64	0.72	0.09	0.01	0.09	–0.02
	1	0.683	0.88	0.13	0.01	0.11	0.12
Содержание гумуса, %	–0.64	1	–0.19	–0.68	–0.86	–0.48	0.54
	0.68	1	–0.23	–0.83	–0.76	–0.38	0.76
Плотность, г/см ³	0.72	–0.19	1	0.38	0.48	0.79	0.13
	0.88	–0.32	1	0.43	0.75	0.65	0.24
Влажность, %	0.09	–0.68	0.38	1	0.25	0.48	–0.64
	0.13	–0.73	0.42	1	0.40	0.54	–0.82
Содержание а.ц.а (0,25–10), % (сухое просеивание)	0.01	–0.86	0.48	0.25	1	0.44	–0.39
	0.01	–0.76	0.75	0.40	1	0.57	–0.45
Содержание а.ц.а (0,25–10), % (мокрое просеивание)	0.09	–0.48	0.79	0.48	0.44	1	0.43
	0.11	–0.38	0.65	0.54	0.57	1	0.32
Коэффициент структурности	–0.02	0.54	0.13	–0.64	–0.39	0.43	1
	–0.12	0.76	0.24	–0.82	–0.45	0.32	1

На склоне северной экспозиции в силу особенностей географического положения, сформированы несколько иные условия, чем на склоне южной экспозиции. На склоне северной экспозиции снеготаяние обычно происходит несколько дольше, чем на склоне южной экспозиции. Пространственно-временная динамика увлажнения и высыхания, замерзания и оттаивания почвы приводит к тому, что у почв склона северной экспозиции формируются более благоприятные агрофизические свойства (влажность, плотность, структурность и т.п.).

Значительная часть осадков в долине Маныча выпадает в виде ливневых дождей (Лурье и др., 2006), ливни представляют собой один из важных экзогенных процессов, влияющих на физико-химические свойства пахотных почв. Также влияют на физико-химические процессы использование устаревшей сельскохозяйственной техники и орошение минерализованными грунтовыми водами.

По результатам проведения полевых исследований выполнена обработка данных в программе Statistica 6.0 на выявление статистических зависимостей между определяемыми почвенными показателями. Были вычислены парные коэффициенты корреляции между почвенными параметрами (табл.).

Установлено что на склоне северной экспозиции, в основном зависимости между показателями носят разрозненный характер, однако наблюдаются и положительные линейные корреляции между рН и содержанием гумуса ($r=-0.64$). Выявлена высокая степень сопряженности между содержанием гумуса и содержанием агрономически ценных агрегатов, полученным как методом сухого, так и мокрого просеивания ($r=-0.86$), плотностью и содержанием агрономически ценных агрегатов ($r=0.79$).

На склоне южной экспозиции также прослеживается высокая степень сопряженности между содержанием гумуса и влажностью, коэффициентом структурности, рН и содержанием агрономически ценных агрегатов ($r=-0.68$, $r=-0.76$). На склоне южной экспозиции прослеживается высокая степень сопряженности между содержанием агрономически ценных агрегатов и влажностью.

ВЫВОДЫ

1. При проведении полевых исследований по изучению морфологических, физико-химических показателей каштановых почв в склоновом агроландшафте установлено:

– на склоне южной экспозиции в верхней части происходит формирование каштановых слабозасоленных почв, в средней части каштановых слабозасоленных слабосмытых почв, в нижней части каштановых солончаковатых почв;

– на склоне северной экспозиции в верхней части происходит формирование каштановых слабозасоленных почв, в средней и нижней частях склона каштановых солонцеватых почв;

2. Сравнительная характеристика почвенных показателей в склоновом агроландшафте выявила, что каштановые почвы склона северной экспозиции обладают более благоприятными агрофизическими свойствами (большим содержанием гумуса, большим коэффициентом структурности, меньшей плотностью), чем почвы склона южной экспозиции.

3. Анализ полученных результатов статистической обработки данных показал, тесную корреляцию между общим содержанием гумуса и содержанием агрономически ценных агрегатов, содержанием гумуса и влажностью, плотностью и коэффициентом структурности почв, а также плотностью и влажностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 487 с.
2. *Безуглова О.С.* Гумусное состояние почв юга России. Ростов-на-Дону: изд-во СКНЦВШ, 2001. 228 с.
3. *Безуглова О.С., Хырхырова М.М.* Почвы Ростовской области. Ростов-на-Дону: изд-во: ЮФУ, 2008. 349 с.
4. *Ильина Л.П.* Особенности формирования и свойства почв заповедника «Ростовский» // Мониторинг природных экосистем долины Маныча: Труды ФГУ «Государственный природный заповедник «Ростовский». Выпуск 4. Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ ЮФУ, 2010. С. 5–15.

5. *Ильина Л.П., Невидомская Д.Г., Сушко К.С.* Влияние пастбищной дигрессии на агрофизические свойства каштаново-солонцовых почвенных комплексов долины Маныча // *Материалы Международной научной конференции «Ресурсный потенциал почв- основа продовольственной и экологической безопасности России»*. СПб.: Издательский дом С.- Петербургского государственного университета, 2011, С. 192–195.
6. *Лурье П.М., Панов В.Д., Базелюк А.А.* Гидрологический режим рек Западный Маныч, Восточный Маныч, Сал и Кума в условиях современного антропогенного воздействия. // *Сб. Современные проблемы аридных и семиаридных экосистем юга России*. Ростов-на-Дону: издательство ЮНЦ РАН, 2006. С. 184–200.
7. *Матишов Г.Г., Голубева Н.И.* Значение аридных и семиаридных зон в системе современного природопользования России // *Современное состояние и технологии мониторинга аридных и семиаридных экосистем юга России*.- Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2010. С. 11–18.
8. *Матишов Д.Г., Гаргона Ю.М., Елисеева О.И.* Современный гидрохимический режим водоемов и водотоков Кумо-Манычской впадины в условиях изменений климата и антропогенных воздействий // *Современное состояние и технологии мониторинга аридных и семиаридных экосистем юга России*. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2010. С. 129–138.

Работа рекомендована д.г.н., проф. Л.А. Беспаловой.

УДК 631.461

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТОК ПОЧВЫ РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ НА ЕЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ

Д.А. Хорошаев

РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва

Была проведена оценка влияния интенсивности почвенных обработок на дыхательную активность почв и содержание углерода, иммобилизованного в микробной биомассе. Снижение механического воздействия привело к росту дыхательной активности почв от 3.25 мг С/кг·сут на пашне до 10.44 мг С/кг·сут на контроле.

ВВЕДЕНИЕ

Традиционно в практике сельскохозяйственных исследований при оценке влияния способов обработки или системы удобрений на функционирование агроценоза учитывают в первую очередь урожайность, динамику почвенного плодородия, и определяют экономический эффект тех или иных агротехнологий. Воздействие агротехнических мероприятий на состояние почвенной микробиоты практически не учитывается. Тем не менее, являясь одним из главных звеньев в процессе круговорота биогенных элементов [2], почвенные микробоценозы представляют собой самый чувствительный к изменению факторов внешней среды элемент агроэкосистем [9]. Показано, что хозяйственная деятельность человека сильно влияет на функционирование микробных сообществ [7]. Так, например, при выводе земель из сельскохозяйственного использования отмечается увеличение дыхательной активности почв [6] и изменение структуры микробоценоза [4]. Известно также, что разнообразие микробных сообществ выше в севооборотах, чем при выращивании монокультуры, а в целинных почвах выше по сравнению с пахотными [11]. В последнее время внедрение ресурсосберегающих технологий становится весьма актуальным, осо-

Работа выполнялась при поддержке РФФИ, гранта НШ-6123.2014.4 и LH13276 (КОНТАКТ II).

© Д.А. Хорошаев, 2014

бенно в южных регионах, подверженных засухам, что формирует активный интерес исследователей к изучению влияния минимизации обработки почв на ее свойства [1, 3, 8]. Можно предположить, что уменьшение механического воздействия на почву будет благоприятно сказываться на состоянии микробных сообществ и приведет к усилению дыхательной активности почв. Задача настоящего исследования состояла в проверке этой гипотезы, а именно была изучена микробиологическая активность почв в ряду минимизации обработок в длительном полевом опыте Оренбургского государственного аграрного университета (ОГАУ).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Многолетний полевой опыт ОГАУ был заложен в 1988 г. на черноземе южном тяжелосуглинистом карбонатном. Севооборот последней ротации (2008 – 2013 гг.) имел вид: пар чистый – озимая пшеница – горох – овес – гречиха. Солома всех культур заделывалась в почву или оставалась на поверхности в зависимости от способа обработки. Изучение микробиологической активности почв проводили в следующих вариантах опыта: (В) – вспашка за разные годы 20–30 см с помощью плуга ПЛН – 4 – 35; (Б) – безотвальная обработка 20–30 см стойками СибИМЭ; (М) – мелкое рыхление 10–14 см орудием Смагд (12–14 см) или БДТ-720 (10–12 см); (ЧН-М) – чередование нулевой обработки (без осенней вспашки) и мелкого рыхления; и (ЧН-В) – чередование нулевой обработки и вспашки. В качестве контроля выступил участок целинной степи (Ц), не занятый в производстве.

Образцы почв отбирались методом конверта из пахотного горизонта послойно (0–10 см и 10–20 см) в начале мая 2013 года, затем они подсушивались до воздушно-сухого состояния и просеивались через сито с отверстиями 2 мм. В лабораторных условиях определяли: полную полевую влагоемкость (ППВ); валовое содержание углерода и азота ($C_{\text{общ}}$ и $N_{\text{общ}}$; элементный анализатор CHNS фирмы Лесо, США), величину pH солевой суспензии (1 М раствор KCl, соотношение почва : раствор = 1:5). Содержание доступных форм фосфора и калия определялись в 0.1 н. HCl вытяжке аскорбиновым методом и методом пламенной фотометрии, соответственно. Содержание суммы доступных форм нитратного и аммиачного азота определялось фенолятгипохлоритным методом [5].

Дыхательную активность (ДА) почв оценивали в процессе инкубирования почвенных образцов при 22–24 °С и увлажнении, соответствующем 65–70 % ППВ. Для этого навеску воздушно-сухой почвы (10 г) тщательно освобождали от корней и помещали во флаконы объемом 100 мл, увлажняли и закрывали пленками, пропускающими воздух, но препятствующими испарению влаги. После предварительного инкубирования почв в течение 5 суток, флаконы герметично закрывали резиновыми пробками и через 10–12 часов в них определяли концентрацию CO_2 с помощью портативного газоанализатора LiCor 840 (США). Расчет величины базального дыхания V_{basal} (мг С/кг почвы/сут) проводили по формуле:

$$V_{\text{basal}} = \Delta C \times 12 \times V_{\text{флак}} \times 10 / 10000 \times m \times 22.4 \times T \quad (1),$$

где ΔC – показания прибора с учетом нулевого значения, объемные %; $V_{\text{флак}}$ – объем флакона, мл; T – время инкубации, сут; m – навеска почвы, кг.

Содержание микробного углерода (C_{mic}) определяли методом субстрат-индуцированного дыхания [10]. Для этого флаконы с почвой после измерения V_{basal} проветривали в течение 30 мин и затем вносили в каждый флакон по 1 мл раствора глюкозы из расчета 10 мг глюкозы на 1 г почвы. Через 2 часа после добавления питательного субстрата флаконы снова проветривали, герметично закрывали, выдерживали в течение 1.5–2 час при температуре 22–24 °С и затем снова определяли концентрацию CO_2 во флаконах. Скорость субстрат-индуцированного дыхания (V_{sir}), отражающая отклик микробного сообщества почв на внесение легкодоступного субстрата, рассчитывалась по формуле (1).

Расчет содержания микробной биомассы (C_{mic}) производили согласно уравнению [10]:

$$C_{mic} = 40,04 \times V_{sir} + 0,37 \quad (2),$$

где C_{mic} – содержание углерода, иммобилизованного в микробной биомассе (мкг С/100 г почвы), V_{sir} – скорость субстрат-индуцированного дыхания (мкг С/1 г почвы / час).

Все определения проводили в трехкратной повторности, анализ данных и статистическую обработку осуществляли в программе MS Excel (2007).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Значения pH солевой вытяжки (табл. 1) мало менялись в вариантах. Выравнивание значений объясняется нахождением данных почв в сельскохозяйственном пользовании и относительно близким расположением площадок. Почвы нейтральные. Наблюдается небольшой сдвиг в щелочную область (pH 7.11–7.43).

Таблица 1. Общая характеристика почв на вариантах с различными способами обработки.

Вариант обработки	Обозначение	Глубина, см	pH _{KCl}	ППВ, %	C _{вал} , %	N _{вал} , %	C:N
Целина	Ц	0–10	7.26	62.8	3.04	0.42	7.2
		10–20	7.32	48.1	2.28	0.20	11.2
Вспашка	В	0–10	7.43	51.5	2.21	0.19	11.5
		10–20	7.42	48.0	2.35	0.21	11.3
Безотвальная	Б	0–10	7.31	48.7	2.42	0.22	10.9
		10–20	7.31	46.0	2.36	0.22	10.8
Минимальная	М	0–10	7.40	52.2	2.72	0.24	11.3
		10–20	7.43	49.2	2.55	0.23	11.2
Чередование нулевой обработки и вспашки	ЧН-М	0–10	7.35	51.9	2.50	0.23	11.1
		10–20	7.38	49.8	2.38	0.21	11.2
Чередование нулевой и минимальной обработок	ЧН-В	0–10	7.11	49.0	2.71	0.25	10.8
		10–20	6.88	52.2	2.47	0.22	11.1

В варианте чередования нулевой и минимальной обработки на глубине 10–20 см pH сдвинулся в кислую область (pH 6.88), что скорее всего объясняется микрорельефом.

Величина ППВ в зависимости от варианта опыта варьировала от 46.0 до 62.8 % (Табл. 1). Максимальное значение было отмечено на целине, а минимальное – на делянках с безотвальной обработкой. Практически во всех вариантах опыта (кроме чередования нулевой обработки и вспашки) значения ППВ на глубине 0–10 см были незначительно выше, чем в слое 10–20 см, что, скорее всего, связано с более высоким содержанием гумуса, пожнивных и корневых остатков в самом верхнем слое. Содержание валового углерода также было выше на глубине 0–10 см (табл. 1). Соотношение C:N находилось примерно на одном уровне во всех вариантах. Более низкое значение C:N наблюдалось на целине в слое 0–10, за счет более высокого содержания азота, что может быть связано с его биогенным накоплением.

Содержание подвижного азота на глубине 0–10 см изменялось от 1.5 до 1.9 мг N/100 г почвы и было в 1.1–1.7 раз выше по сравнению с нижележащим слоем (табл. 2), что может быть связано как с более активной биогенной аккумуляцией азота в верхних слоях почвы, так и с дополнительным привнесом азота из соломы зерновых и бобовых культур. Наибольшее содержание фосфора было обнаружено на контрольном участке, где оно составляло 57.8 и 40.6 мг P₂O₅/100 г почвы в слоях 0–10 и 10–20 см, соответственно (табл. 2). Во всех остальных вариантах содержание фосфора не превышает 28 мг P₂O₅/100 г почвы, причем на делянках со вспашкой оно в пределах пахотного горизонта примерно одинаково. В остальных случаях (варианты Б, М, ЧН-М), когда во время обработок отсутствует ярко выраженное механическое перемешивание почвы, содержание фосфора в слое 10–20 см чуть ниже по сравнению с верхним 10-см слоем. Содержа-

ние калия также было максимальным на контрольном участке, где оно составляло 65.7–76.2 мг $K_2O/100$ г почвы и незначительно различалось в разных частях пахотного слоя. На деланке с обычной вспашкой содержание калия в обрабатываемом слое было минимальным – 20.8–23.2 мг $K_2O/100$ г почвы. Во всех остальных вариантах опыта концентрация подвижного калия изменялось от 45.0 до 26.4 мг $K_2O/100$ г почвы в слое 0–10 см и от 13.9 до 22.7 мг $K_2O/100$ г почвы в слое 10–20 см.

Таблица 2. Содержание основных элементов питания (подвижные формы) в почвах в различными вариантами обработки.

Вариант	Слой, см	$N(NH_4^+ + NO_3^-)$, мг/100 г почвы	P_2O_5 , мг/100 г почвы	K_2O , мг/100 г почвы
Целина	0–10	1.5	57.8	76.2
	10–20	1.1	40.6	65.8
Вспашка	0–10	1.9	26.6	20.8
	10–20	1.4	26.9	23.2
Безотвальная	0–10	1.6	26.4	26.4
	10–20	1.1	24.4	18.9
Минимальная	0–10	1.9	27.7	45.0
	10–20	1.1	23.6	22.8
Чередование нулевой и вспашки	0–10	1.5	25.9	34.7
	10–20	1.3	25.0	17.3
Чередование нулевой и минимальной	0–10	1.8	26.6	42.9
	10–20	1.4	23.8	13.9

Дыхательная активность изученных почв (V_{basal}) в слое 0–10 см возрастала по мере уменьшения механического воздействия на почву, в то время как на глубине 10–20 см величина V_{basal} варьировала незначительно (рис.1). Наиболее сильная разница в интенсивности дыхания между рассматриваемыми слоями (>6 мг С/кг почвы/сут) наблюдалась на целинном участке, а наименьшая (<1 мг С/кг почвы/сут) – на варианте с обычной вспашкой. Различия по микробиологической активности между слоями увеличивалась в следующем ряду: В < Б < ЧН-В < М < ЧН-М < Ц, т.е. дифференциация пахотного слоя по величине V_{basal} происходила в полном соответствии с усилением интенсивности механической обработки почвы.

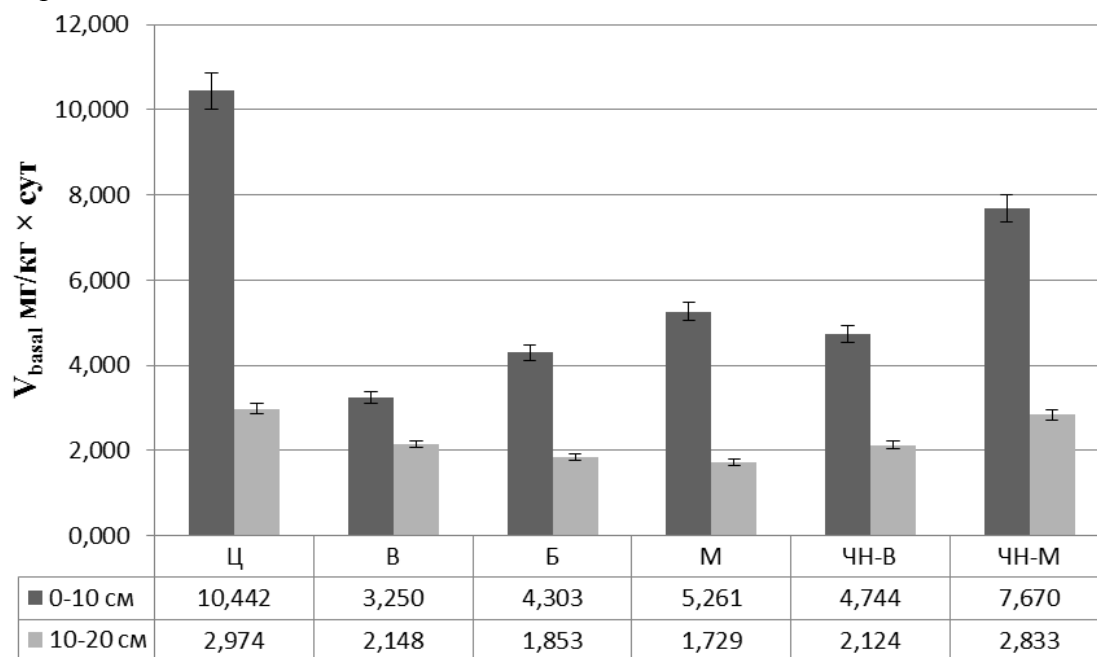


Рисунок 1. Дыхательная активность почв в вариантах с различной интенсивностью механической обработки. Обозначения вариантов приведены в таблице 1.

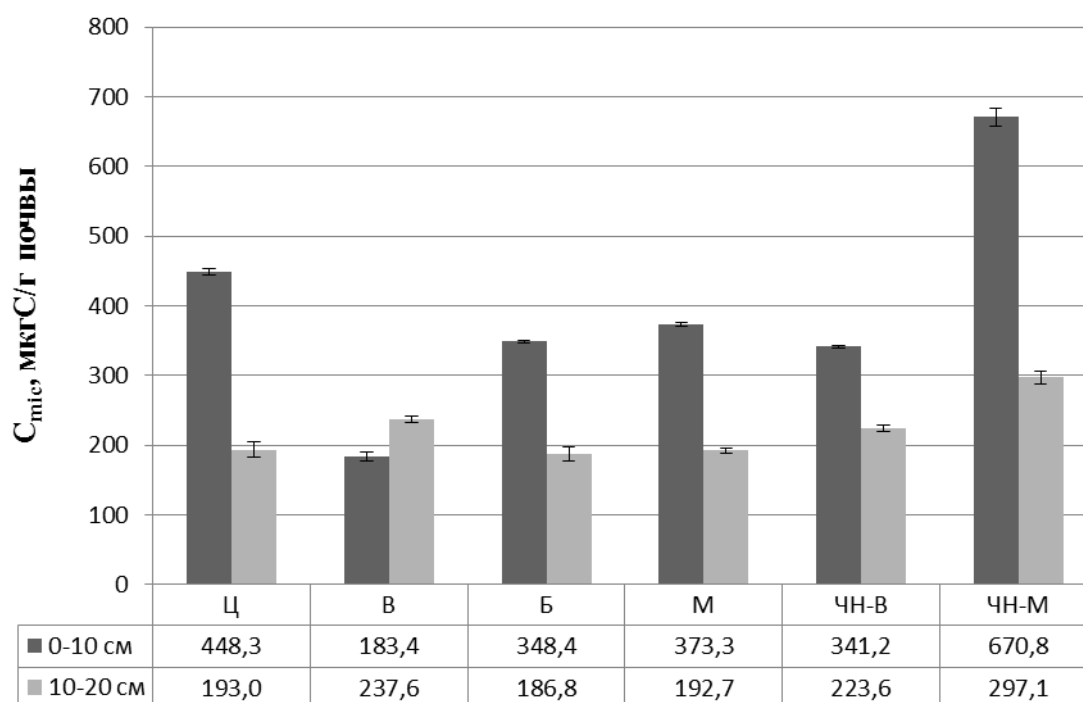


Рисунок 2. Содержание углерода, иммобилизованного в микробной биомассе почв на вариантах с различной обработкой.

Содержание углерода, входящего в состав микробной биомассы довольно сильно варьировало в зависимости от интенсивности обработок почвы (рис. 2). Минимальное его количество содержалось на пашне (183 мкг С/г почвы), а максимальное – при чередовании нулевой и минимальной обработок почвы 671 мкг С/г почвы. Содержание микробной биомассы в слое 10–20 см, как правило, было значительно меньше, чем в слое 0–10 см и варьировало в пределах 187–297 мкг С/г почвы, за исключением варианта с обычной вспашкой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования позволили заключить, что по мере снижения механического воздействия на почву их дыхательная активность и содержание в ней $C_{орг}$ и $C_{мик}$ увеличивались, причем наиболее отчетливо этот рост проявлялся в верхнем 10-см слое. Следовательно, минимизация обработки почв оказывает благоприятное воздействие на почвенное микробное сообщество и может быть рекомендована в качестве почвосберегающих технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бакиров Ф.Г. Эффективность ресурсосберегающих систем обработки черноземов степной зоны Южного Урала. Автореф. докт. с-х. наук..., Оренбург, 2008.
2. Добровольская Т.Г. Структура бактериальных сообществ почв. Академкнига, 2002.
3. Кислов А.В., Мушинская Р.С., Ягофаров Р.Ф. Экономическое обоснование ресурсосберегающих технологий возделывания ячменя в степной зоне Южного Урала, Известия ОГАУ, №2. 2004. С.173
4. Коробова Л.Н. Особенности сукцессии микробных сообществ в черноземах Западной Сибири. Автореф. докт. биол. наук..., Новосибирск, 2007. 42 с.
5. Кудяров В.Н. Колометрическое определение нитратов в почвах методом восстановления до аммиака // Агрохимия, №1. 1969. С. 102–106;
6. Кудяров В.Н. Колометрическое определение аммонийного азота в почвах и растениях феноловым методом // Агрохимия, №6. 1965. С. 146–150.

7. Лопес де Гереню В.О., Курганова И.Н., Ермолаев А.М., Кузяков Я.В. Изменение пулов органического углерода при самовосстановлении пахотных черноземов. Агрохимия. 2009. № 5. С. 5–12.
8. Полянская Л.М., Лукин С.М., Звягинцев Д.Г. Изменение состава микробной биомассы в почве при окультуривании // Почвоведение, 1997. №2. С. 206–212.
9. Смирнов Б.А., Котьяк П.А., Чебыкина Е.В., Труфанов А.М. Влияние систем минимальной обработки, удобрений и защиты растений на биологические показатели плодородия дерново-подзолистой глееватой почвы. Известия ТСХА. Вып.1. 2013. С. 85–96.
10. Anderson T.H. Physiological analysis of microbial communities in soil: Applications and limitations / In: Beyond the Biomass. 1994. Wiley-Sayce Publication. London. P. 67–76.
11. Anderson, J. and K.H. Domsch. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. Soil Biol. Biochem., 1978.10.:215–221.
12. Insam H. And Domsch K.H. Relationship between soil organic carbon and microbial bio-mass on chronosequences of reclamation sites // Microbial Ecology. 1988. Vol.15. P. 177–188.

Работа рекомендована к.т.н., в.н.с. ИФХиБПП РАН В.О. Лопес де Гереню и доц. кафедры экологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева В.И. Слюсаревым.

УДК 631.423.4

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОЧВ ПОД РАЗЛИЧНЫМИ РАСТИТЕЛЬНЫМИ СООБЩЕСТВАМИ (НА ПРИМЕРЕ ЗАПАДНОГО СКЛОНА ГОРЫ ЮРМЫ)

М.В. Шабанов, К.П. Разуваева

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

Исследованы особенности изменения физико-химических свойств литозема серогумусового иллювиально-ожелезненного и дерново-среднеподзолистой почв под различными растительными сообществами массива Юрма, Южный Урал.

ВВЕДЕНИЕ

К настоящему времени в литературе накоплен обширный экспериментальный материал, посвященный горному почвообразованию (Ногина Н.А., 1957, Дергачева М.И., 1969, Фирсова В.П., 1970, Владыченский А.С., 1998 и др.). Однако, исследование высокогорных почв Южного Урала остаются недостаточно изученными с точки зрения генетического почвоведения. Некоторые сведения о них содержатся в трудах А.А. Григорьева (1928), Е.Н. Ивановой (1947) и К.П. Богатырева (1946). В первых работах по исследованию Урала рассматриваются почвенные резервы сенокосных и пастбищных угодий. По данным Горчаковского П.Л. (1975), на Южном Урале, в районе Юрмы, Таганая, Ицыла, Зигальки и смежных с ним гор, площадь горно-луговых угодий подгольцового пояса превышает пятнадцать тысяч гектар. Между тем, знания свойств высокогорных почв необходимо для выяснения географии и генезиса современного почвенного покрова Урала.

Целью данной работы является установление основных закономерностей развития направления почвообразования под различными растительными сообществами на западном склоне горы Юрма.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Гора Юрма расположена в северной части Южного Урала в Кыштымском районе Челябинской области. Максимальная высота составляет 1003 м. Сложена кристаллическими горными породами: миаскитами, кварцитами, сиенитами. Рельеф, равно как и прочих гор Южного Урала, эрозионного типа (Кирин Ф.Я., 1973).

Объект изучения – почвы западного склона массива Юрма под различными растительными сообществами. Было выделено 5 сообщества (рис. 1–5).

Под каждым растительным сообществом, заложен разрез с последующим отбором образцов для лабораторного химического анализа. Характеристики изученных растительных сообществ представлены на рис. 1–5.

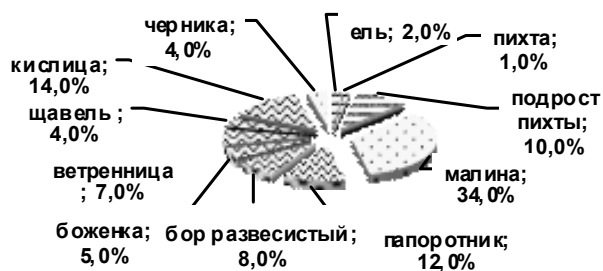


Рисунок 1. Структура елово-папоротниково-малинного сообщества (высота 824 м над у. м.).

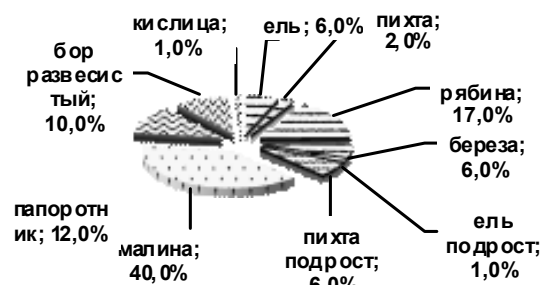


Рисунок 2. Структура папоротниково-рябинового сообщества (высота 762 м над у. м.).

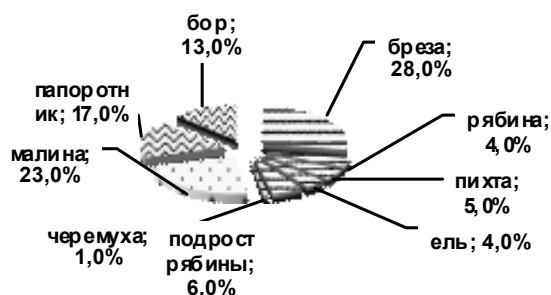


Рисунок 3. Структура березово-папоротниково-малинного сообщества (высота 727 м над у. м.).

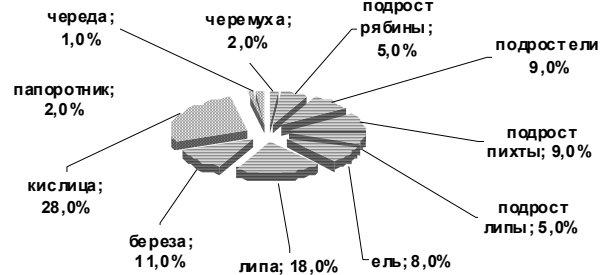


Рисунок 4. Структура елово-липово-кисличного сообщества (670 м над у. м.).



Рисунок 5. Структура разнотравно-ежовое сообщества (479 м над у. м.).

На исследуемой территории встречены серогумусовая ожелезненная и дерново-среднеподзолистая типичная почвы. Представленные ниже типы почвенных профилей, которые охарактеризованы по новой классификации почв России (2004):

Серогумусовая иллювиально-ожелезненная (абс. высота 824–500 м). Профиль почвы представлен горизонтами: О (0–7 см) – АУ (3–19 см) – Cf (9–32 см), ниже – слой валунов с мелкоземом. Под слаборазложившейся подстилкой залегает серогумусовый горизонт АУ – охристо-серого цвета, легкосуглинистый с порошистой структурой, ниже формируется почвообразующая порода с глыбами метаморфических пород, горизонт Cf – охристо-серой окраски. В нижних горизонтах также возрастает содержание обломков горных пород и мелкозема. Почвы диагностированы – литозем серогумусовый иллювиально-ожелезненный.

Дерново-слабоподзолистая (абс. высота 479 м). Профиль почвы: О (0–3 см), АУ (3–23 см) – ЕL (23–28 см) – ВЕL (28–48 см) – ВТ (48–60 см). Под слоем дернины залегает серогумусовый горизонт АУ темно-серого цвета, среднесуглинистый, переплетен корнями травянистой растительности. Ниже залегает элювиальный горизонт ЕL белесовато-серого цвета, затеками переходит в субэлювиальный горизонт ВЕL белесовато-бурого цвета, тяжело-суглинистый, под ним – иллювиально-текстурный горизонт охристо-бурого цвета с включением мелкозема. Почву диагностировали как дерново-слабоподзолистую типичную.

В пробах почв определены все виды кислотности общепринятыми методами, содержание обменных катионов кальция и магния (Аринушкина Е.В., 1970), органическое вещество по методу Анстета (Кононова М.М., 1966).

В ходе исследования рассматривали взаимосвязь между физико-химическими свойствами почв и растительностью.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Гранулометрический состав почв колеблется в широких пределах – от супесчаного до тяжелосуглинистого. При этом наблюдали перераспределение фракций частиц по профилю почв.

Отмечено преобладание содержания крупных фракций элементарных почвенных частиц (мелкий песок до 55.4 % и частицы размером крупной пыли до 38.80 %) и увеличение содержания физической глины в почвах нижней части склона (до 47.65 %) в связи с развитием денудационных процессов, а также с и изменением характера растительности.

Незначительное увеличение общего содержания всех фракций мелкозема вниз по профилю свидетельствует о примерно одинаковой интенсивности физического и химического выветривания в общем процессе преобразования рыхлой толщи почво-элювия. Характер распределения илистой фракции также однотипен. Материнская порода и средняя часть профиля почв незначительно обогащены илом. Обоedнение верхних горизонтов связано с более интенсивно протекающими процессами выветривания. Увеличение ила в нижних горизонтах почвы можно объяснить за счет элювиально-иллювиальных процессов.

Анализ данных валового химического анализа почвенных проб свидетельствует о том, что распределение кремнезема по профилю литозема серогумусового – равномерное, с незначительными колебаниями от 49.50 % до 67.56 %; в дерново-слабоподзолистой почве почвенный профиль, по сравнению с почвообразующей породой, обогащен кремнеземом. Содержание железа равномерное во всем ряду исследованных почв (4.56–6.63 %), по сравнению с железом верхние горизонты обогащены алюминием (табл.).

Всем исследуемым почвам свойственно равномерное распределение оксидов основных питательных элементов, таких как: фосфор, калий, кальций и магний. В верхней части профиля отмечено относительно высокое содержание валового фосфора (от 0.10 до 0.15 %) и валового марганца (от 0.0685 до 0.0968 %), что можно связать с биологическим накоплением. Относительное накопление фосфора в профиле почв отмечено в верхней части почвенного профиля, что указывает о его связи с органическим веществом, а увеличение содержания калия в нижней части – объясняется его происхождением из почвообразующей породы.

Оксиды кальция и магния распределены в исследуемых почвах достаточно равномерно, относительное накопление кальция происходит в серогумусовых горизонтах и увеличивается в почвах вниз по склону, а магния в нижней части профиля. При этом валовое содержание кальция достигает наибольших значений в тех почвах, на которых развита листовая и травянистая растительность: 0.55 % под елово-папоротниковым сообществом и 0.46 % под разнотравно-ежовым сообществом. Влияние коренных пород проявляется в резком преобладании содержания соединений магния над кальцием.

Во всех исследованных почвах максимум органического вещества наблюдали в верхних органо-аккумулятивных горизонтах. Такое высокое содержание в этих горизонтах связано, главным образом с замедленными темпами минерализации в условиях короткого периода биологической активности.

Таблица. Некоторые физико-химические свойства почв массива Юрма.

Высота, м	Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	pH _{KCl}	pH _{H2O}	Нг	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺	Al ³⁺
						мг-экв на 100 г почвы				
Литозем серогумусовый иллювиально-ожелезненный, елово-папоротниково-малинное сообщество										
824	О	0–2	8.21*	–	–	84.58	7.35	12.76	–	–
	АУ	2–9	7.98	3.26	3.95	22.10	2.60	0.80	0.85	3.75
	Cf	9–24	7.31	3.61	4.35	14.74	2.18	0.83	0.64	2.93
	М	24–40	6.11	3.75	4.45	13.28	2.05	0.82	0.52	3.22
Литозем серогумусовый иллювиально-ожелезненный, папоротниково-рябиновое сообщество										
762	О	0–7	10.55*	–	–	58.30	8.58	6.09	–	–
	АУ	7–16	5.54	3.51	4.69	13.13	4.85	0.99	0.50	5.33
	Cf	16–31	5.23	3.55	5.08	11.23	3.51	2.60	0.38	4.56
	М	>31	3.11	3.66	4.89	11.67	3.70	0.57	0.15	5.25
Литозем серогумусовый иллювиально-ожелезненный, березово-папоротниково-малинное сообщество										
727	О	0–7	6.00*	–	–	37.90	12.9	4.82	–	–
	АУ	7–16	4.20	3.71	4.87	12.29	4.41	1.11	0.30	2.83
	Cf	16–30	3.79	3.77	5.00	10.65	3.20	1.12	0.23	3.08
	М	>30	2.44	3.81	5.06	10.75	3.69	1.20	0.58	2.48
Литозем серогумусовый иллювиально-ожелезненный, елово-липово кисличное сообщество										
670	О	0–3	7.25*	–	–	37.15	10.45	12.47	–	–
	АУ	3–19	5.78	3.96	5.19	11.24	4.74	3.51	0.90	1.15
	Cf	19–32	3.87	3.76	5.02	14.65	3.34	0.86	0.28	2.68
	М	32–50	2.59	3.83	5.04	11.53	1.32	2.19	0.38	3.18
Дерново-среднеподзолистая, разнотравно-ежовое сообщество.										
549	О	0–3	9.50*	–	–	11.75	13.65	6.10	–	–
	АУ	3–23	5.60	4.05	5.24	12.11	3.80	9.50	0.75	0.72
	EL	23–28	2.30	4.06	5.60	8.43	3.80	3.80	0.55	0.55
	BEL	28–48	0.93	4.01	5.38	6.12	3.51	4.29	0.83	0.48
	BT	48–60	0.06	3.93	5.25	6.12	2.70	6.50	0.48	1.13

Примечание. * – органическое вещество, %.

С глубиной количество гумуса во всех рассматриваемых почвах постепенно уменьшается. Однако, и в горизонтах Cf и M содержится значительное его количество. Отличительной чертой гумуса серогумусовых иллювиально-ожеженных почв является его «грубый» характер – наличие в его составе не полностью гумифицированных растительных остатков, где его содержание колеблется от 2.30 % до 7.98 %.

В почвах, развитых в сообществах с преобладанием еловой растительности, содержание гумуса в горизонте AУ составляет 7.98 %, а в почвах с травянистым покровом: 4.20–5.54 %. Это может быть связано с изменением типа растительного сообщества и характера растительных остатков.

Исследованные почвы имеют сильноокислую, и кислую реакцию среды: величина pH колеблется в пределах от 3.26 до 4.05 ед. pH. В большей степени сильноокислая реакция среды относится к органо-аккумулятивным горизонтам. В почве под елово-папоротниково-малиновым сообществом в серогумусовом горизонте $pH_{\text{сол}} = 3.75$. Под рябиново-папоротниковым сообществом составляет 3.51–3.66 единиц pH. Эта закономерность может быть вызвана сменой характера растительности. В древесном ярусе преобладает больше лиственных и, в меньшей мере, хвойных пород. Аналогичная тенденция выявлена и в почвах под березово-малинным и елово-кисличным сообществами, где реакция

среды характеризуется как сильно кислая. Показатель pH_{KCl} колеблется от 3.71–3.96 в верхней части профиля почвы от 3.81 до 3.83 в нижней части профиля.

Величина гидролитической кислотности (ГК) очень высока, особенно в перегнойных горизонтах под елово-папоротниково-малинным сообществом. Величина ГК уменьшается вниз по профилю, что может быть связано с уменьшением органического вещества. Почвы средней части склона характеризуются наименьшим колебанием значений ГК и минимальным значением: 13.13–11.23 мг-экв/100 г почвы на высоте 762 м.

Содержание ионов обменного водорода находится в пределах от 0.30 до 0.90 мг-экв/100 г почвы. Наиболее насыщены ионами водорода верхние горизонты, при этом максимальная концентрация под сообществами, где преобладает хвойная растительность (ель и пихта). Так в почве под елово-папоротниково-малинным сообществом в горизонте АУ – 0.85 мг-экв/100 г почвы, под елово-липовым сообществом 0.90 мг-экв/100 г почвы. С глубиной концентрация уменьшается до 0.15–0.58 мг-экв/100 г почвы. Содержание ионов обменного алюминия в литоземах серогумусовых колеблется в пределах от 1.15–5.33 мг-экв/100 г почвы в дерново-среднеподзолистой почве его концентрация снижается до 0.48–1.13 мг-экв/100 г почвы.

В составе обменных катионов во всех генетических горизонтах серогумусовой оже-лезненной почвы преобладают ионы кальция, подчиненное значение имеет содержание ионов магния. За исключением дерново-среднеподзолистой почвы, где в горизонте АУ магний преобладает, что очевидно связано с изменением состава почвообразующих пород, обогащенных соединениями магния. По профилю почв наибольшее количество поглощенных катионов кальция и магния обнаружено в верхней части профиля почвы на глубине 0–15 см (содержание колеблется в пределах: Ca^{2+} от 1.32 до 13.65 мг-экв/100 г почвы и Mg^{2+} от 0.57 до 12.76 мг-экв/100 г почвы), что может быть обусловлено изменением типа растительности и биологическим накоплением. В горизонтах Cf и M распределение Ca^{2+} и Mg^{2+} равномерно и незначительно изменяется.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В ходе исследований выделено пять растительных сообществ; основными типами почв являются: серогумусовая оже-лезненная на элювии и элюво-делювии метаморфических пород и дерново-среднеподзолистая на элюво-делювии.

2. Гранулометрический состав почв колеблется в широких пределах. В верхней части склона – супесчаные, в средней – легкосуглинистые и в нижней части – средне- и тяжелосуглинистые.

3. В исследуемых почвах равномерно распределены оксиды основных питательных элементов, таких как: фосфор, калий, кальций и магний и марганец. Соединения фосфора и кальция накапливаются в верхней части почвенного профиля, а калия и магния – в нижней.

4. Всем исследованным почвам характерно аккумулятивное накопление органического вещества и высокое его содержание по всему профилю, за исключением дерново-среднеподзолистой почвы под разнотравным сообществом.

5. Реакция среды изменяется в узких пределах и колеблется от 3.26 до 4.06 pH_{KCl} и от 3.95 до 5.60 pH_{H_2O} , в зависимости от типа растительности: под лесными сообществами с преобладанием еловых характерна сильнокислая реакция, под лиственными и луговым разнотравьем – кислая.

6. Содержание обменных катионов водорода и алюминия с изменением типа растительности изменяется, что обусловлено изменением типа растительности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 487 с.
2. *Богатырев К.П.* О некоторых особенностях развития почв горных стран //Почвоведение 1946. – № 8. – С. 492–501.
3. *Владыческий А.С.* Особенности горного почвообразования. М.: Издательство Наука, 1998. 187 с.
4. *Григорьев А.А.* Почвенный покров центральной части Южного Урала. 1928
5. *Дергачева М.М.* Состав гумуса и свойства почв некоторых типов лесов восточного склона Среднего Урала и равнинного Зауралья. Автореф. на соиск. уч. степени канд. биол. наук. Свердловск, 1969.
6. *Иванова Е.Н.* Почвы Урала. //Почвоведение 1947. № 4 С. 213–225
7. *Кириин Ф.Я.* География Челябинской области. Изд. 4е, переработ. Челябинск, Южно-Уральское кн. изд., 1973.
8. *Классификация и диагностика почв России* //Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
9. *Кононова М.М.* Органическое вещество почвы. Его природа, свойства и методы изучения. М.: Изд-во Акад. Наук СССР, 1966. 314 с.
10. *Ногина Н.А.* Почвенный покров Витимского нагорья. Вопр. генезиса и геогр. почв М.: 1957.
11. *Фирсова В.П.* Особенности почвообразования в северо-таежной подзоне Урала //Тр. ИЭРиЖ УФАИ СССР. 1970а. Вып. 76. С. 3–18.

Работа рекомендована к.с.-х.н. А.В. Лаврищевым.

УДК 631.4

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ СЕЛИТЕЛЬНЫХ РАЙОНОВ г. ПЕРМИ МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

А.А. Швецов

Пермский государственный национальный исследовательский университет

При экологической оценке почв и техногенных поверхностных образований жилых районов различной застройки г. Пермь кресс-салат в качестве тест-культуры показал достоверную реакцию на их агрохимические свойства. Параметры развития тест-культуры тесно связаны с интенсивностью дыхания и уреазной активностью городских почв и техногенных поверхностных образований.

ВВЕДЕНИЕ

Городская почва – это почва или техногенное поверхностное образование (ТПО), существующие в окружающей среде города. Почвы и ТПО выполняют в городе важнейшие экологические функции: пригодность для произрастания зелёных насаждений, способность сорбировать загрязняющие вещества и удерживать их от проникновения в почвенно-грунтовые воды, а также защищать воздух от поступления пыли. В пределах селитебных зон г. Перми отмечена глубокая трансформация почвенного покрова, вызванная перемешиванием, созданием новых минеральных слоев из пород разного гранулометрического состава, использованием карбонатных материалов при строительстве и торфокомпостов при создании газонов, применением антигололедных средств и техногенным загрязнением (Еремченко, Москвина, 2005; Шестаков и др., 2013).

Способность городской почвы выполнять функции оптимизации окружающей среды зависит от ее свойств и уровня загрязнения. Комплексная оценка экологического со-

стояния почв может быть проведена с использованием биотестирования, т.к. живые организмы интегрально реагируют на изменения среды обитания. Для биотестирования почв используют реакцию разных организмов: животных (ракообразные *Daphniamagna*), растений (кресс-салат *Lepidium sativum*, пшеница *Triticum spp.*, *Avena spp.*) и микроорганизмов (Колесников, 2006; Маячкина, Чугунова, 2009; Бардина, 2011). Однако биотестирование городских почв остается слабо разработанной проблемой.

При биотестировании почв используют две группы методик: в основе первой лежит исследование почвенных водных вытяжек, вторая оценивает экологическое состояние почвы по прорастанию семян растений. Водная вытяжка из почвы не способна адекватно отразить условия функционирования биоты, в формировании которых участвуют все компоненты органоминеральной системы почв. По данным Н.В. Маячкиной и М.В. Чугуновой (2009) результаты определения токсичности почв и их водных вытяжек методом биотестирования в некоторых случаях существенно отличались. Так, токсичность почв, определяемая методом проращивания семян высших растений, была выше, чем токсичность водных вытяжек из почв, оцениваемая по традиционным для водной токсикологии тест-объектам. Разница результатов особенно велика при загрязнении почв малорастворимыми в воде токсикантами, например, нефтью.

Важнейшими тест-культурами служат высшие растения, являющиеся основой трофических и энергетических отношений в биоценозе. Поскольку уровень устойчивости разных видов сильно варьирует, рекомендуется применять несколько тест-культур (Бардина, 2011). В методе фитотестирования, разработанном в Бельгии, используются три вида растений: одно однодольное – сорго сахарное (*Sorghum saccharatum*) и два двудольных – кресс-салат (*Lepidium sativum*) и горчица белая (*Sinapis alba*) (цитировано по Лисовицкая, Терехова, 2010).

Информативным показателем состояния почв являются биохимическая, в том числе, ферментативная активность, поскольку она коррелирует с уровнем загрязнения, имеет невысокое варьирование в пространстве и во времени. Рекомендуется использовать активность каталазы как показатель стабилизации почвенных условий, связанный с загрязнением и буферной способностью почвы (Девятова, 2005; Мынбаева, Медведева, 2011).

Таким образом, в настоящее время по-прежнему остается актуальной проблема выявления информативных биотестов для оценки экологического состояния городских почв.

Цель работы: оценить экологическое состояние почв и техногенных поверхностных образований (ТПО) селитебных районов г. Перми методом биотестирования с использованием показателей биохимической активности и реакции тест-культур.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований были почвы и техногенные поверхностные образования (ТПО) из 14 разрезов, расположенных на территории жилых районов разноэтажной застройки г. Пермь.

В пробах определяли: содержание органического углерода (по Тюрину); содержание подвижных фосфатов и калия (по Кирсанову); активность каталазы, уреазы, фосфатазы (по Хазиеву); базальное дыхание (адсорбционным методом по Шаркову). На почвенных образцах выращивали пшеницу и кресс-салат в течение 10 дней, затем определяли показатели роста и массы растений. Подвижность Cd, Pb и Zn устанавливали ионоселективным методом. Результаты исследований обрабатывали с применением методов математической статистики, корреляционного анализа и метода главных компонент.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В урбаноземах мощность слоя «урбик» составляла более 50 см. Агроурбодерново-подзолистые почвы, распространенные в районах малоэтажной застройки на приусадебных участках, имели, по сравнению с природными аналогами, агрогумусовые горизонты повышенной мощности. Реплантоземы образованы на «свежем» насыпном грунте разного

гранулометрического состава и остатках почвенного материала, которые сверху покрыты слоем торфокомпоста мощностью около 10 см. Экраноземы, расположенные под асфальтобетоном, характеризовались слоистостью, чередованием почвогрунтов разного состава.

Количество органического углерода в корнеобитаемом слое почв и ТПО изменялось от 1.6 % (урбаноземах) до 8.5 % (агроурбодерново-подзолистых почвах), реакция почвенного раствора – от кислой (в агроурбодерново-подзолистых почвах) до нейтральной. Почвы и ТПО были слабо обеспечены подвижным фосфором, обеспеченность калием колебалась от низкой до высокой (табл. 1).

Таблица 1. Агрохимическая характеристика почв и ТПО (слой 0–20 см, min и max значения).

Название почв/ТПО	C _{орг} , %	pH		P ₂ O ₅ , мг/100 г	K, мг/100 г
		вод	сол		
Урбаноземы	1.6–1.8	7.4–7.5	5.4–6.0	1.8–2.8	16.6–34.8
Реплантоземы	4.6–6.1	6.2–6.3	5.1–5.6	2.8–3.6	27.5–34.8
Агроурбодерново-подзолистые почвы	2.6–8.5	5.2–7.5	4.7–5.5	2.1–8.9	3.5–34.5
Экраноземы	4.2–6.2	6.5–7.7	5.9–6.1	2.6–3.1	16.0–19.5

Интенсивность дыхания была высокой не только в почвах, но и в ТПО жилых районов. Наименьшее выделение CO₂ отмечено из кислых урбодерново-подзолистых почв. Активность каталазы и уреазы зависела, по-видимому, от реакции почвенного раствора и содержания органического вещества. Фосфатазная активность несколько повышена в урбаноземах (табл. 2).

Сравнительную оценку тест-культур производили на основе чувствительности показателей роста и массы растений. Кресс-салат характеризовался большей степенью варьирования этих параметров, чем пшеница (табл. 3). На разных почвах и ТПО коэффициент вариации показателей роста и массы пшеницы был низким – в пределах 11–15 %. Для кресс-салата более чувствительным показателем оказалась масса растения, по сравнению с высотой, коэффициенты вариации составили 21 % и 42 % соответственно. По-видимому, кресс-салат, по сравнению с пшеницей, следует считать более перспективной культурой, используемой для оценки экологического состояния городских почв.

Таблица 2. Биохимическая активность почв и ТПО (слой 0–20 см, мин. и макс. значения).

Название почв/ТПО	Дыхание, мг CO ₂ на 100 г, 24 ч	Активность каталазы, O ₂ см ³ /г за 1 мин	Активность уреазы, N-NH ₃ мг/100 г за 1 ч	Активность фосфатаз, P ₂ O ₅ мг/100 г за 1 ч
Урбаноземы	55.2–57.2	2.3–2.9	3.3–3.8	0.96–1.07
Реплантоземы	43.5–46.4	4.3–6.4	2.3–2.4	0.2–0.6
Агроурбодерново-подзолистые	8.8–46.2	2.4–7.0	1.8–11.2	0.26–0.42
Экраноземы	36.3–40.7	2.1–2.6	2.9–3.2	0.09–0.29

Таблица 3. Варьирование показателей состояния тест-культур.

Показатель	Среднее	Мин.	Макс.	Доверительный интервал		Коэффициент вариации, %
				–95 %	+95 %	
Кресс-салат						
Высота, мм	29	19	41	25	32	21
Масса растения, г	0.154	0.053	0.251	0.117	0.192	42
Пшеница						
Высота, мм	137	111	169	129	145	11
Масса растения, г	0.330	0.230	0.440	0.300	0.360	15

Кресс-салат в силу своего происхождения (родом из полупустынных зон Азии) отличался повышенной чувствительностью к почвенной кислотности. Средние и высокие показатели состояния растений, полученные при нейтральной реакции почвенного раствора, были низкими на кислых почвах. Методом корреляционного анализа установлена достоверная тесная связь (коэффициенты корреляции 0.75–1.0) между высотой, массой растений и $pH_{\text{вод}}$, $pH_{\text{сол}}$. Зависимость между массой растений и содержанием органического углерода, массой растений и количеством доступного калия, массой растений и дыханием также была прямой и тесной (коэффициенты корреляции 0.76–0.98). Достоверных связей показателей роста и массы растений с содержанием тяжелых металлов не обнаружено в силу низкой подвижности тяжелых металлов в почвах и ТПО.

Результаты факторного анализа (табл. 4) выявили фактор «экологическое состояние», степень влияния которого в опытах с кресс-салатом составила 59 %. С ним достоверно связаны показатели роста и массы растений, $pH_{\text{вод}}$, $pH_{\text{сол}}$, содержание органического углерода, количество подвижных фосфатов, интенсивность дыхания, активность уреазы.

Степень влияния фактора «экологическое состояние» в опытах с пшеницей заметно ниже. Только общая масса корней связана с некоторыми агрохимическими и биохимическими параметрами почв и ТПО. Обнаружен фактор, оказывающий некоторое воздействие на рост и массу растений пшеницы. Этим «фактором 2» на ранних стадиях развития пшеницы, возможно, является масса зерна.

Таблица 4. Факторные нагрузки в опытах по биотестированию почв и ТПО.

Показатель	Кресс-салат	Пшеница	
	Фактор 1 «экологическое состояние»	Фактор 1 «экологическое состояние»	Фактор 2
Высота, мм	0.75	0.02	0.87
Масса надземной части растения, г	0.97	0.27	0.76
Масса корней, г	–	0.84	0.02
Подвижный фосфор, P_2O_5 мг/100 г	0.32	0.15	–0.61
Содержание калия, мг/100 г	0.99	0.96	0.17
С орг, %	0.88	0.54	–0.57
pH вод	0.97	0.94	0.21
pH сол	0.88	0.59	0.61
Дыхание, мг CO_2 на 100 г, 24 ч	0.99	0.90	0.19
Активность каталазы, O_2 см ³ /г за 1 мин	–0.52	–0.15	–0.82
Активность уреазы, N-NH ₃ мг/100 г за 1 ч	0.82	0.74	–0.34
Активность фосфатазы, P_2O_5 мг/100 г за 1 ч	–0.08	0.44	0.33
Влияние фактора, %	59	42	22

Примечание. Жирным шрифтом выделены тесные и достоверные связи.

ВЫВОДЫ

1. Почвы и техногенные поверхностные образования жилых районов многоэтажной застройки г. Пермь представлены урбаноземами, реплантоземами, экраноземами и агроурбодерново-подзолистыми почвами.

2. Корнеобитаемые слои почв и ТПО селитебных районов характеризовались кислой и нейтральной реакцией среды, низкой обеспеченностью подвижными фосфатами и

высокой обеспеченностью подвижным калием, значительным варьированием количества органического углерода, очень низкой степенью подвижности цинка, свинца и кадмия.

3. Ферментативная активность и интенсивность дыхания корнеобитаемых горизонтов почв и ТПО изменялись в широком интервале. Эти показатели зависели от содержания органического углерода и подвижного калия, а также понижались в кислых агродерново-подзолистых почвах.

4. При оценке состояния почв и ТПО кресс-салат в качестве тест-культуры показал заметную реакцию на агрохимические параметры, тесную связь с интенсивностью дыхания и уреазной активностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бардина В.И. Экоотоксикологическая оценка компонентов окружающей среды рекреационной зоны Ленинградской области // Водная среда и природно-территориальные комплексы: исследование, использование, охрана: материалы IV школы-конференции молодых ученых с международным участием, Петрозаводск, 26–28 августа 2011 г. Карельский научный центр РАН, 2011. С. 210–211.
2. Девятова Т.А. Биозкологические принципы мониторинга и диагностики загрязнения почв // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2005. N 1. С. 105–106.
3. Ерёмченко О.З., Москвина Н.В. Свойства почв и техногенных поверхностных образований в районах многоэтажной застройки г. Пермь // Почвоведение. 2005. № 7. С. 782–789.
4. Шестаков И.Е., Еремченко О.З., Филькин Т.Г. Подходы к составлению картосхем почвенного покрова городских территорий на примере г. Пермь // Почвоведение. 2013. N 1. С. 1–10.
5. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. // Экологическое состояние и функции почв в условиях химического загрязнения. Ростов н/Д: Ростиздат, 2006, 385 с.
6. Лисовицкая О.В., Терехова В.А. Фитотестирование: основные подходы, проблемы лабораторного метода и современные решения // Доклады по экологическому почвоведению. 2010. N 1, вып.13. С. 1–18.
7. Маячкина Н.В., Чугунова М.В. Особенности биотестирования почв с целью их экоотоксикологической оценки // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2009. N 1. С. 84–93.
8. Мынбаева Б.Н., Медведева А.В. Подавление биохимической активности загрязненных городских почв // Научный журнал «Известия АГУ». 2011. N 3–2 (71). С. 21–25.

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.З. Еремченко.

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ И ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ
УГЛЕВОДОРОДЫ В ПОЧВАХ г. БЛАГОВЕЩЕНСКА

Л.П. Шумилова, А.Г. Сергеева, И.М. Котельникова

ФГБУН Институт геологии и природопользования ДВО РАН, г. Благовещенск

Исследованы почвы г. Благовещенска по степени загрязнения тяжелыми металлами и полициклическими ароматическими углеводородами. Основными элементами-загрязнителями являются цинк, кадмий, свинец. Высокий уровень загрязнения выявлен в почвах промышленной зоны и простирается от ТЭЦ на центральную часть города. По суммарному содержанию молекулярных видов полициклических ароматических углеводородов почвы города являются повсеместно загрязненными (85 %). Высокий уровень загрязнения выявлен в промышленной зоне и в зоне влияния железнодорожного транспорта, в этих же точках исследования установлена очень сильная степень загрязнения почв бенз(а)пиреном.

ВВЕДЕНИЕ

Город Благовещенск, региональный центр Амурской области, расположен на плато в месте слияния двух крупных рек – Амура и Зеи. В Благовещенске отсутствуют крупные промышленные предприятия, в связи с этим основными источниками загрязнения считают объекты топливно-энергетического комплекса (Благовещенская ТЭЦ, 37 котельных различных организаций, сеть домовых печей частного сектора) и автотранспорт. Южная граница города Благовещенска проходит по реке Амур с сопредельным государством – Китаем, что не исключает вероятность трансграничного переноса различных загрязняющих веществ. Китай – крупнейший потребитель угля в мире и, соответственно, один из основных источников техногенных выбросов при его сжигании в зимнее время (Xu et al., 2006). Поллютанты, в том числе тяжелые металлы (ТМ) и полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), переносятся потоками воздушных масс на юг Дальневосточного региона России (Кондратьев, 2008). Цель данных исследований – изучить степень загрязнения почв города Благовещенска тяжелыми металлами и полициклическими ароматическими углеводородами.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Образцы почв отбирали в разных функциональных зонах города по радиальной сетке от основного источника загрязнения – Благовещенской ТЭЦ. Точки наблюдения выбирали с учетом влияния других факторов загрязнения: выбросов мелких промышленных предприятий, автомобильного и железнодорожного транспорта, печного отопления, мелких котельных.

Для определения ТМ в почвах города в период с 2008 по 2011 гг. были заложены 15 точек постоянного наблюдения, всего проанализировано 70 почвенных образцов. Содержание ТМ (Pb, Cd, Cu, Zn, Mn, Ni, Co, Cr) проводили атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре фирмы «Hitachi». Подвижные формы извлекали ацетатно-аммонийным буферным раствором (Инструкция..., 1978). Оценку санитарно-гигиенического состояния городских почв выполняли относительно утвержденных нормативов ПДК (ОДК) (ГН 2.1.7.2041-06; ГН 2.1.7.2042-06). Для определения степени техногенного загрязнения городских почв ТМ использовали показатель суммарного загрязнения (Z_c): $Z_c = \sum K_{c_i} - (n-1)$, где K_{c_i} – коэффициенты концентрации элементов, n – число определяемых тяжелых металлов. Оценка техногенного загрязнения почв выполнена в соответствии с утвержденной шкалой экологической опасности: $Z_c < 16$ – уровень загрязнения допустимый, низкий; $Z_c 16.1-32$ – средний, умеренно опасный; $Z_c 32.1-128$ – высокий, опасный; $Z_c > 128$ – чрезвычайно опасный (Саэт и др., 1990; Перельман, Касимов, 1999).

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта ДВО № 14-III-B-06-038.

© Л.П. Шумилова, А.Г. Сергеева, И.М. Котельникова, 2014

Для определения ПАУ в почвах количество точек наблюдения увеличили до 28. Образцы почв в одних и тех же точках отбирали в мае и сентябре 2012 года в соответствии с методическими указаниями (Шабад, 1976), всего для определения ПАУ проанализировано 56 почвенных образцов. Для исследования использовали поверхностный слой почв 10 см. Объединенную пробу массой не менее 1 кг составляли путем смешивания точечных проб, которые отбирали методом конверта. Пробоподготовка почвы и измерения массовых концентраций ПАУ выполнены по методическим рекомендациям (Юдина и др., 2003). Определение концентраций ПАУ проводилось на жидкостном хроматографе Shimadzu LC-20 Prominence в Аналитическом центре минералого-геохимических исследований ИГиП ДВО РАН.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В ходе исследований установлено превышение ПДК для подвижных форм ТМ по двум элементам: свинца в 2–5.7 раза и цинка в 1.3 раза – в почвах промышленной зоны; цинка в 2 раза – в почвах селитебно-транспортной зоны (частный сектор). Для валовых содержаний ТМ установлено превышение ОДК в 1.3–2.5 раза для свинца в почвах промышленной зоны.

На основании валовых значений ТМ рассчитаны коэффициенты концентрации для почв во всех точках наблюдения и составлены ранжированные ряды по убыванию (Кс):

– промышленная зона: Pb (37–60) > Cd (2.9–11.6) > Zn (3–10) > Co (2–5) > Cu (3) > Cr (2) = Mn (1–2) > Ni (1.3);

– селитебно-транспортная зона: Pb (7–14) > Cd (1.7–15.5) > Zn (3–8) > Co (3–7) > Cu(3–4) > Cr (2–4) > Mn (2–3) > Ni (0.5–2);

– рекреационная зона: Pb (5–8) > Cd (3–7.4) > Zn (3–5) > Co (1–6) > Mn (3–4) > Cu(2–3) > Cr (2–3) > Ni (1–1.6).

В почвах всех функциональных зон города распределение элементов-загрязнителей в ранжированных рядах практически совпадает, происходит только уменьшение коэффициентов концентрации: промышленная зона > селитебно-транспортная зона > рекреационная зона. На основании этого установлено цинк-кадмий-свинцовое загрязнение почвенного покрова г. Благовещенска.

Выполненная оценка полиэлементного загрязнения городских почв ТМ показала, что большая часть почв города имеет средний, умеренно опасный уровень загрязнения. Допустимый, низкий уровень загрязнения выявлен в почвах, расположенных в северо-западной части города, с подветренной стороны от преобладающего направления ветра. Высокий, опасный уровень загрязнения выявлен в почвах промышленной зоны и простирается от ТЭЦ на центральную часть города.

В городских почвах идентифицировано 12 молекулярных видов ПАУ, отмечено преобладание высокомолекулярных видов. В преобладающем числе проб встречалось только 9 видов – фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, хризен, бенз(а)антрацен, бенз(б)флуорантен, бенз(к)флуорантен, бенз(а)пирен. Среди молекулярных видов ПАУ в почве преобладали 4-х ядерные ПАУ: бенз(а)антрацен, пирен, хризен, флуорантен. Их суммарное содержание составляло от 39 % до 95 % от суммы ПАУ. В почве фоновой территории обнаружено два вида ПАУ – фенантрен и хризен, с количественным преобладанием фенантрена – 68–100 % от суммы ПАУ, что характерно для фоновых почв (Габов и др., 2007).

В почвах города содержание ПАУ составляло от 0.09 до 4.5 мг/кг. Медиана суммарного содержания ПАУ в почвах города достигала 0.7 мг/кг. По суммарному содержанию молекулярных видов ПАУ почвы, исследованные на территории города, являются загрязненными. Высокий уровень загрязнения ПАУ выявлен в промышленной зоне в северо-западной части города, в зоне железнодорожного транспорта и жилой зоне (частный сектор) в восточной части города, на правом берегу Зеи (рис.).

В России опасность загрязнения почв веществами органического происхождения определяется классом опасности загрязняющего вещества и установленными значениями ПДК (Методические..., 1999). При концентрации вещества 1 класса опасности, составляющей 1–2 ПДК, степень загрязнения почвы считается слабой, а если концентрация достигает 2–5 ПДК и более – степень загрязнения почвы очень сильная. Наблюдается равномерное накопление 3,4-бенз(а)пирена в почвах на всей территории города, за исключением окраин: 85 % точек в мае, 96 % в сентябре. В почвах рекреационной зоны содержание этого соединения не превышает ПДК. В жилой зоне степень загрязнения почв оценивается как слабая (1–2 ПДК), в промышленной и транспортной зонах – очень сильная (2–4 ПДК). Наиболее высокая степень загрязнения бенз(а)пиреном установлена в почвах в зоне влияния железнодорожного транспорта в восточной части города.

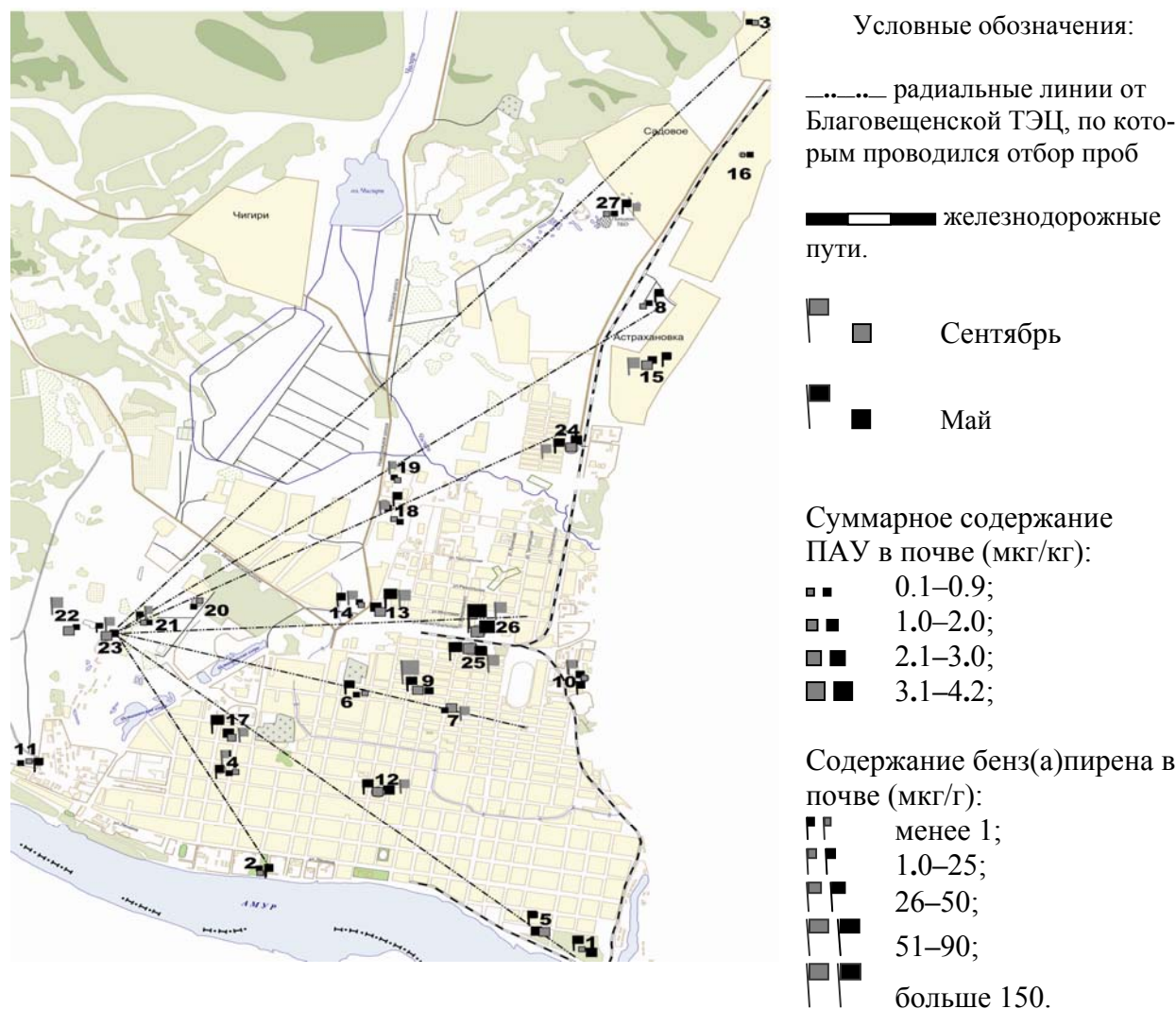


Рисунок. Карта г. Благовещенска с точками отбора почвенных образцов, количественное содержание суммы ПАУ и бенз(а)пирена в почве.

ВЫВОДЫ

Таким образом, определены основные элементы-загрязнители городских почв – цинк, кадмий, свинец. Установлено превышение ПДК подвижных (2–6 раз) и валовых (2.5 раза) форм Pb в почвах промышленной зоны, а также подвижных форм Zn (2 раза) – в почвах промышленной и селитебно-транспортной зон. Выявлены зоны загрязнения городских почв тяжелыми металлами. Большая часть почв города имеет средний, умеренно опасный уровень загрязнения. Высокий, опасный уровень загрязнения выявлен в почвах

промышленной зоны и простирается от ТЭЦ на центральную часть города. Допустимый, низкий уровень загрязнения отмечен в почвах, расположенных в северо-западной части города. По содержанию тяжелых металлов состояние почв г. Благовещенска оценивается как относительно благополучное, за исключением отдельных локальных участков.

В почвах г. Благовещенска идентифицировано 12 молекулярных видов полициклических ароматических углеводородов, отмечено преобладание высокомолекулярных видов. По суммарному содержанию молекулярных видов полициклических ароматических углеводородов почвы города являются повсеместно загрязненными (85 %). Высокий уровень загрязнения выявлен в промышленной зоне и в зоне влияния железнодорожного транспорта, в этих же точках исследования установлена очень сильная степень загрязнения почв бенз(а)пиреном.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Габов Д.Н., Безносиков В.А., Кондратенко Б.М.* Полициклические ароматические углеводороды в подзолистых и торфянисто-подзолисто-глееватых почвах фоновых ландшафтов // Почвоведение. 2007. № 3. С. 282–291.
2. *ГН 2.1.7.2041-06.* Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Зарегистрировано в Минюсте РФ от 07.02.2006 г. № 7470.
3. *ГН 2.1.7.2042-06.* Почва, очистка населенных мест, отходы производства и потребления, санитарная охрана почв. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве.
4. *Инструкция НСАМ № 155 – ХС:* атомно-абсорбционное пламенно-фотометрическое определение Cu, Zn, Cd, V, Sb, Pb, Co, Ni, Fe, Mn в горных породах, рудах и технологических растворах. – М.: ВИМС., 1978. – 14 с.
5. *Кондратьев И.И.* Атмосферный трансграничный перенос загрязняющих веществ из центров эмиссии восточной Азии на юг Дальневосточного региона России // Вестник ДВО РАН. 2008. № 1. С. 107–112.
6. *Методические указания МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест» 2.1.7.* Почва, очистка населенных мест, бытовые и промышленные отходы, санитарная охрана почвы. 1999 г.
7. *Перельман А.И., Касимов Н.С.* Геохимия ландшафта. М.: «Астрель-2000», 1999. 768 с.
8. *Саев Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П.* Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990. 335 с.
9. *Шабалов Л.М.* Методические указания по отбору проб из объектов внешней среды и подготовка их для последующего определения канцерогенных полициклических ароматических углеводородов. Сб.методических указаний МУК №1424-76. М., Минздрав СССР, 1976. с. 16.
10. *Юдина Т.В., Волосникова Е.А., Гладилов Д.Б.* Измерение массовой доли бенз(а)пирена в пробах почв, грунтов, донных отложений и твердых отходов методом ВЭЖХ с использованием флуориметрического детектора // Измерение массовой концентрации химических веществ люминесцентными методами в объектах окружающей среды. Сборник методических указаний: МУК 4.1.1255-4.1.1274. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. 36 с.
11. *Xu S., Liu W., Tao S.* Emission of polycyclic aromatic hydrocarbons in China // Environmental Sci. Technology. 2006. V. 40. P. 702–707.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Н.Г. Куимовой.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Апарин Б.Ф., Мингареева Е.В.</i> Международная научно-практическая конференция «Проблемы популяризации научных достижений почвоведения XXI века»	3
<i>Максимова Е.Ю., Сухачева Е.Ю.</i> XVI Докучаевские молодежные чтения	4
<i>Максимова Е.Ю., Сухачева Е.Ю.</i> XVII Докучаевские молодежные чтения	7
Материалы научно-практической конференции «Проблемы популяризации научных достижений почвоведения XXI века»	11
Инновации и технологии в пропаганде научных достижений в почвоведении	12
<i>Безуглова О.С.</i> Особенности популяризации знаний о почве в интернет-пространстве	12
<i>Выборнова О.С.</i> Особенности популяризации проблем почвоведения в европейской системе высшего образования на примере докторской работы «влияние рекультивации болотных территорий на эмиссию парниковых газов на севере Германии»	13
<i>Гафурова Л.А., Абдрахмонов Т.А., Набиева Г.М.</i> Усиление доступа к научным достижениям и инновациям в области почвенной науки	15
<i>Капелькина Л.П.</i> Популяризация знаний по почвоведению на курсах повышения квалификации	17
<i>Касимзаде Т.Э.</i> Использование исследовательских данных в популяризации почвоведения	18
<i>Рыхликова М.Е., Рахлеева А.А., Мартыненко И.А.</i> Опыт популяризации современных достижений почвоведения: инновации и традиционное обучение	21
<i>Савостьянов В.К.</i> Опыт популяризации знаний о почвах засушливых территорий Сибири	23
<i>Самофалова И.А.</i> Неделя почвоведения в пермской ГСХА	24
<i>Шеин Е.В.</i> Надо популяризовать почвоведение по его новым современным направлениям	26
Популяризация знаний о почвах в музее	29
<i>Бабилов Б.В., Богданова Л.С., Субота М.Б., Часовская В.В.</i> Почвенно-геологический музей кафедры почвоведения Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова	29
<i>Безуглова О.С., Голозубов О.М., Литвинов Ю.А.</i> Принципы создания и реализация информационно-образовательного проекта «электронный музей почвоведения им. С.А. Захарова»	31

<i>Дариус Е.И., Овцинов В.И.</i> Распространение и популяризация знаний о почвах средствами современных информационных технологий.....	33
<i>Дариус Е.И., Овцинов В.И.</i> Популяризация науки о почвах в выставочно-просветительском проекте «Образ земли в материальной и художественной культуре России»	35
<i>Кигим С.Л., Вильмовская Е.А.</i> Научное наследие В.В. Докучаева в Полтавском краеведческом музее им. Василия Кричевского: сохранение, развитие, популяризация	37
<i>Никитин Е.Д., Шоба С.А., Сабодина Е.П., Любченко О.В., Мякокина О.В.</i> Роль музея землеведения мгу в популяризации и развитии почвоведения и охраны почв	39
<i>Щеглова К.Е.</i> О программе «детские дни рождения в музее».....	40
Почвоведение в школу	42
<i>Александрова А.Б., Иванов Д.В., Шамаева А.Д., Пименова И.А.</i> Роль научно-исследовательских работ в профессиональной ориентации школьников.....	42
<i>Бардина Т.В.</i> Использование экспресс-методов биотестирования почв в школьных научно-исследовательских работах.....	44
<i>Жарких И.А.</i> Детям про почву	46
<i>Надпорожская М.А.</i> Изучение начал почвоведения и агрохимии в дополнительном школьном образовании.....	47
<i>Надпорожская М.А., Федорос Е.И.</i> Концепция проведения школьной секции как составной части ежегодных Докучаевских молодежных чтений	49
<i>Оконешникова М.В.</i> Опыт проведения полевых почвенных исследований с участием школьников и студентов в республике Саха (Якутия).....	53
<i>Апарин Б.Ф., Матинян Н.Н.</i> Памятные даты из истории почвоведения в Санкт-Петербургском государственном университете (2006–2014 гг.)	55
<i>Русакова Е.А.</i> 110 лет центральному музею почвоведения им. В.В. Докучаева (хроника последнего десятилетия)	61
<i>Русакова Е.А.</i> Участие ГНУ ЦМП им. В.В. Докучаева в фестивале «Детские дни в Петербурге»	66
<i>Самофалова И.А.</i> Почвенно-экологический кружок в школе	68
<i>Чигалейчик Е.Д.</i> Формы работы со школьниками в ГНУ ЦМП им. В.В. Докучаева. Фестиваль «Большая регата»	70

Научно-методические вопросы почвоведения	72
<i>Er Fatih, Ahmet Sami Erol. Rhizospheric phosphate solubilizing pantoea agglomerans lp1 can persists in non-sterile materials in long term.....</i>	<i>72</i>
<i>Saliha Dinç, Meryem Kara, Fatih Er. Food safety awareness for restaurants and school canteens.....</i>	<i>74</i>
<i>Ogut Mehmet. Wheat growth is dependent on the type of nitrogen nutrition and inoculation with bacillus sp. #189.....</i>	<i>75</i>
<i>Mikhailsoy F.D. Mathematical modeling of some ecological processes</i>	<i>78</i>
<i>Алябина И.О. Географические информационные системы для почвоведения и экологии почв</i>	<i>78</i>
<i>Аскарходжаев Н.А., Рахматуллаев А.Ю., Эргашева О.Х., Махкамова Д.Ю., Сайдалиев Б. О пищевом предпочтении дождевых компостных червей из различных областей Узбекистана</i>	<i>80</i>
<i>Бегматов Ш.А., Жавлиев А., Набиева Г.М. Морфогенетические особенности орошаемых типичных сероземов ташкентской области</i>	<i>82</i>
<i>Бабилов Б.В., Богданова Л.С., Субота М.Б., Часовская В.В. Почвы Удельного парка</i>	<i>84</i>
<i>Герасимов А.О. Воздействие противогололедных средств на почвы и растения.....</i>	<i>87</i>
<i>Дариус Е.И., Овцинов В.И. Ландшафтная живопись и тема крестьянского труда в произведениях алтайского художника Г.Ф. Борунова</i>	<i>89</i>
<i>Жаворонкова Г.И. Становление кафедры почвоведения на Урале.....</i>	<i>91</i>
<i>Мамедов Г.Ш. Создание инфраструктуры пространственных данных, как средства современных информационных технологий, применяемых в почвоведении.....</i>	<i>93</i>
<i>Матинян Н.Н. П.В. Отоцкий – основатель центрального почвенного музея им. В.в. Докучаева.....</i>	<i>94</i>
<i>Медведева М.В. Биологическая активность почв техногенных зон урбанизированных территорий</i>	<i>96</i>
<i>Никитина О.Г., Никитин Е.Д. Опыт популяризации взаимодействия почвоведения и водной экологии</i>	<i>97</i>
<i>Чернова О.В., Присяжная А.А. Почвенный покров – основа заповедных природных комплексов (справочно-аналитическое издание «почвы заповедников и национальных парков Российской Федерации»)</i>	<i>99</i>
<i>Присяжников В.И. Дифференциация кадмия в пахотных почвах кемеровской области....</i>	<i>101</i>

<i>Сотникова Н.А.</i> Обобщение накопленного опыта по реабилитации техногенно-загрязненных сельскохозяйственных угодий с использованием современных программных продуктов.....	103
<i>Стекольников К.Е.</i> Показатели плодородия пахотных почв ЦЧР	105
<i>Тарчоков Х.Ш., Чочаев М.М.</i> Земельный фонд и почвенные ресурсы кабардино-балкарской республики	108
<i>Федотова А., Хакарайнен Ю.-П., Хальберг Л.</i> Additions to the biography of Pavel Vladimirovič Otockij (based on the archival materials from Prague and Stockholm) К биографии Павла Владимировича Отоцкого (по материалам архивов Праги и Стокгольма)	110
Материалы Международной научной конференции XVI Докучаевские молодежные чтения «Законы почвоведения: новые вызовы»	113
<i>M. Akhavan Ghalibaf, M.R. Bagheri</i> The neo formation of calcareous dolls in soil as an index for clay minerals degradation in Yazd clayey plain.....	114
<i>F. Rahbaralam Shirazi, M. Akhavan Ghalibaf.</i> The geological formations as a major factor of soil evolution in semi arid vertical zones of Iran	117
<i>Андреева О.А.</i> Реакция растений на сукцессионную динамику почвенных микробных сообществ.....	121
<i>Быкова Г.С.</i> Краевой угол смачивания поверхности твердой фазы черноземов типичных	125
<i>Вертянкина В.Ю.</i> Особенности формирования почв подзолистого ряда на различных породах в условиях северной тайги (правобережье реки Пинега, архангельская область)	131
<i>Демидова С.В., Розанова М.С.</i> Элементный состав гуминовых кислот погребенных и современных почв Хреновского бора	135
<i>Докучаев П.М.</i> Динамика экологической ситуации районов нефтедобычи в ханты-мансийском автономном округе (по данным дистанционного зондирования)	139
<i>Иващенко К.В., Васенёв В.И., Ананьева Н.Д.</i> Содержание микробного компонента и его дыхательная активность в почвах малых городов Московской обл. (Сергиев Посад, Шатура) и Москвы	144
<i>Качинский В.Л.</i> Миграция и аккумуляция техногенных углеводородов в арктотундровых почвах (Новосибирские острова)	148
<i>Кириллова В.А.</i> Агроэкологическая оценка земель центральных губерний по почвенной карте европейской России 1900 г.	151
<i>Клепикова Е.А.</i> Морфология и гидроморфология пахотной дерново-подзоистой почвы Московской области	157

<i>Кубик О.С.</i> Исследование состава водорастворимых низкомолекулярных органических кислот почв.....	162
<i>Кудинова А.Г.</i> Пространственная динамика почвенных микробных сообществ в условиях Антарктиды (оазис «Холмы Ларсеманна»).....	167
<i>Лазарева М.А.</i> Особенности генезиса почв с элювиальным горизонтом на суглинисто-глинистых породах.....	172
<i>Мазиров И.М., Пономаренко Н.Е., Визирская М.М., Епихина А.С., Васенев И.И.</i> Мониторинг основных компонентов биогеоценотических потоков парниковых газов мегаполиса.....	178
<i>Новиков С.Г.</i> Экологическая оценка загрязнения почв города Петрозаводска тяжелыми металлами.....	181
<i>Пономарев С.Ю.</i> Морфологические признаки плейстоценовых палеопочв северо-восточной части Приобского плато.....	184
<i>Семацук Р.Б.</i> Преобразование мелового мергеля под влиянием гипергенеза (по результатам лабораторного модельного опыта).....	187
<i>Тавлуй Г.В.</i> Полевые исследования и прогноз поведения фунгицида метрафенона в почвах и почвенных конструкциях в целях оценки его экологического риска.....	190
<i>Федорова Н.Н., Гагарина Э.И., Касаткина Г.А., Матинян Н.Н.</i> Памяти друга учителя. К 80-летию со дня рождения Ольги Григорьевны Растворовой.....	195
<i>Халитов Р.М.</i> Минералогический состав илистой фракции подзолистой почвы на метаморфических породах горного массива Ирмель, Южный Урал.....	201
<i>Юдина А.В.</i> Гранулометрический состав и литологическая гетерогенность генетических горизонтов почв бугра бэра и сопряженных ландшафтов.....	205
Материалы Международной научной конференции XVII Докучаевские молодежные чтения «Новые вехи в развитии почвоведения: современные технологии как средства познания».....	211
<i>Андреева О.А.</i> Оценка эффективности применения микробных удобрений на основе естественных микробных сообществ почвы.....	212
<i>Андросова К.А., Алексеева Т.П., Середина В.П., Сысоева Л.Н.</i> Исследование фракционного состава органического вещества техногенно-нарушенных почв Кузбасса в условиях рекультивации.....	215
<i>Баланова О.Ю., Ратников А.Н., Жигарева Т.Л., Попова Г.И., Свириденко Д.Г.</i> Применение нового комплексного удобрения Супродит М в посевах зерновых культур на дерново-подзолистой почве.....	220
<i>Быкова С.Л.</i> Агроэкологическая оценка изменения свойств чернозема выщелоченного при различной антропогенной нагрузке.....	224

<i>Визирская М.М., Тихонова М.В., Епихина А.С., Мазиров И.М.</i> Экологическая оценка почвенных потоков парниковых газов лесных дерново-подзолистых почв	227
<i>Захарова М.К.</i> К вопросу о классификации городских почв	231
<i>Иванов Д.Г., Иванов А.С., Курбатова Ю.А.</i> Экспериментальная оценка потоков CO ₂ с напочвенного покрова экосистем южной тайги Европейской части России.....	237
<i>Кубик О.С.</i> Современные методы определения содержания углерода органических соединений в почвах	242
<i>Куприянова Ю.В.</i> Структура и динамика поступления растительного опада в почвы лесных экосистем заповедника «Пасвик»	246
<i>Лузина Е.В., Демакина К.И.</i> Техногенное засоление и подщелачивание почвогрунтов, адаптация к ним растений	251
<i>Лысков И.А., Шаяхметова А.Ф., Надпорожская М.А.</i> Классификация как инструмент научного анализа в экологических исследованиях лесных почв	257
<i>Макаеева Е.И.</i> Использование осадка сточных вод в качестве стимулятора почвообразования на посттехногенных отвалах	263
<i>Маслов М.Н.</i> Микробиологическая трансформация соединений углерода в тундровых почвах Северной Фенноскандии	266
<i>Мельникова А.Д.</i> Аккумуляция тяжелых металлов в почвах импактной зоны предприятия по производству минеральных удобрений	271
<i>Мостовая А.С.</i> Изменение микробиологической активности серых лесных почв нагорной дубравы «Лес на Ворскле»	276
<i>Нечаева Т.В., Смирнова Н.В.</i> Изменение плодородия эродированных черноземов в условиях экстенсивного агроценоза на юго-востоке Западной Сибири	282
<i>Орлова П.Д.</i> Влияние животного населения на почвы береговой зоны о. Беринга (Командорские о-ва) на примере северного котикового лежбища	287
<i>Роговая С.В., Романов О.В.</i> Сравнение лабораторного и расчётного методов определения плотности почвы (на примере почв Северо-Западного Приладожья).....	291
<i>Сванидзе И.Г.</i> Воздействие минерализованных вод на почвы речных долин южной тайги Западной Сибири	296
<i>Стрелецкий Р.А.</i> Фитогормональная активность дрожжевых грибов	301
<i>Сушко К.С.</i> Сравнительная характеристика каштановых почв в условиях склоновых агроландшафтов долины Маныча	305
<i>Хорошаев Д.А.</i> Влияние обработок почвы различной интенсивности на ее микробиологическую активность.....	310

<i>Шабанов М.В., Разуваева К.П.</i> Изменение физико-химических свойств горных почв под различными растительными сообществами (на примере западного склона горы Юрмы).....	315
<i>Швецов А.А.</i> Оценка экологического состояния почв селитебных районов г. Перми методом биотестирования	320
<i>Шумилова Л.П., Сергеева А.Г., Котельникова И.М.</i> Тяжелые металлы и полициклические ароматические углеводороды в почвах г. Благовещенска	325

Научное издание

МАТЕРИАЛЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ РУССКИХ ПОЧВ
Выпуск 8 (35)

Компьютерная верстка А.Г. Рюмина

Печатается без издательского редактирования
Подписано в печать с оригинал-макета заказчика 15.05.2014 г.
Формат 60х84/8.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Печ. л. 42. Тираж 200 экз. Заказ №

Типография Издательства СПбГУ
199061, г. Санкт-Петербург, Средний пр., 41