

Санкт-Петербургский государственный университет. Институт наук о Земле
ФГБНУ «Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева»
Фонд сохранения и развития научного наследия В.В. Докучаева
Общество почвоведов им. В.В. Докучаева

МАТЕРИАЛЫ

*Международной научной конференции
XX Докучаевские молодежные чтения*

посвященной Году экологии-2017 в России

**«ПОЧВА И УСТОЙЧИВОЕ
РАЗВИТИЕ ГОСУДАРСТВА»**

1–4 марта 2017 года
Санкт-Петербург

Санкт-Петербург
2017

УДК 631.4
ББК 40.3
М34

Редакционная коллегия: Б.Ф. Апарин (председатель), К.А. Бахматова, А.М. Булышева, Д.Ю. Здобин, Г.А. Касаткина, Н.Н. Матинян, А.И. Попов, О.В. Романов, А.В. Русаков, А.Г. Рюмин, Е.Ю. Сухачева, С.Н. Чуков, А.А. Шешукова, И.В. Штангеева

Рецензенты: д.с.-х.н., профессор Б.В. Бабилов, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет

**Материалы Международной научной конференции XX Докучаев-
М34 ские молодежные чтения «Почва и устойчивое развитие государства» / Под ред. Б.Ф. Апарина. – СПб., 2017. – 382 стр.**

В материалах Юбилейной международной научной конференции – XX Докучаевские молодежные чтения «Почва и устойчивое развитие государства», рассматриваются вопросы, связанные с охраной почв, использованием почвенных и земельных ресурсов, экономикой устойчивого повышения плодородия почв, вопросы адаптации функций почв к глобальным изменениям климата. Приведены данные о различных формах деградации, оценки ущерба и методов восстановления почв; рассмотрены вопросы выделения редких почвенных разностей в красной книге почв.

В сборнике представлены современные научные достижения студентов, аспирантов, молодых ученых, работы школьников. Конференция посвящена Году экологии в России.

Для специалистов в области почвоведения, биологии, экологии, географии, сельского хозяйства и охраны окружающей среды.

ББК 40.3



Материалы опубликованы при поддержке РФФИ
грант № 17-34-10010 мол_г

ОРГКОМИТЕТ

Международной научной конференции XX Докучаевские молодежные чтения

Председатель:

Апарин Б.Ф., зав. кафедрой почвоведения и экологии почв СПбГУ,
Научный руководитель ФГБНУ ЦМП им. В.В. Докучаева, вице-
президент Общества почвоведов им. В.В. Докучаева, д.с.-х.н.,
профессор

Зам. председателя:

Сухачева Е.Ю., директор ФГБНУ ЦМП им. В.В. Докучаева,
доцент каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ, к.б.н.

Ответственный секретарь:

Булышева А.М., аспирант кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ

Члены оргкомитета:

Рюмин А.Г., ст. преп. каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ

Мингареева Е.В., с.н.с. ФГБНУ ЦМП им. В.В. Докучаева, аспирант
Всероссийского научно-исследовательского института радиологии и
агроэкологии

Лазарева М.А., н.с. ФГБНУ ЦМП им. В.В. Докучаева, аспирант
Почвенного института им. В.В. Докучаева

Максимова Е.Ю., главный специалист научно-аналитического отдела
ООО «Эко-Экспресс-Сервис»

Симонова Ю.В., аспирант кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ

Захарова М.К., магистрант кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ

Кураторы секций, преподаватели СПбГУ:

Бахматова К.А., к.с.-х.н., доцент каф. биогеографии и охраны природы

Битюцкий Н.П., д.б.н., профессор, зав. кафедрой агрохимии

Касаткина Г.А., к.б.н., доцент каф. почвоведения и экологии почв

Матинян Н.Н., д.с.-х.н., профессор каф. почвоведения и экологии почв

Орлова Е.Е., к.с.-х.н., старший преподаватель кафедры агрохимии

Попов А.И., д.с.-х.н., профессор кафедры почвоведения и экологии почв

Романов О.В., к.б.н., доцент кафедры почвоведения и экологии почв

Русаков А.В., д.г.н., профессор кафедры почвоведения и экологии почв

Федорова Н.Н., к.б.н., доцент кафедры почвоведения и экологии почв

Чуков С.Н., д.б.н., профессор кафедры почвоведения и экологии почв

Шешукова А.А., к.с.-х.н., ст. преп. каф. почвоведения и экологии почв

Куратор школьной секции:

Русакова Е.А., старший научный сотрудник ФГБНУ ЦМП

им. В.В. Докучаева

Пленарные доклады

20 ЛЕТ ДОКУЧАЕВСКИМ МОЛОДЕЖНЫМ ЧТЕНИЯМ

Е.Ю. Максимова, Б.Ф. Апарин, А.Г. Рюмин

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург
doublemax@yandex.ru

2017 год является Юбилейным для Докучаевских молодежных чтений. В этом году конференция будет проводиться в 20-ый раз! Докучаевские молодежные чтения являются визитной карточкой кафедры почвоведения и экологии почв Санкт-Петербургского государственного университета. К задачам Докучаевских молодежных чтений относятся приобретение опыта публичной защиты собственных результатов научных исследований, установление научных контактов и общение среди сверстников из различных учебных заведений. Особенностью Докучаевских чтений является то, что подготовка и проведение конференции осуществляются самими студентами, аспирантами и молодыми учеными кафедры почвоведения и экологии почв и Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева. Оргкомитет Докучаевских чтений формируется из студентов, которые приобретают уникальный опыт организации и проведения крупных научных мероприятий.

Первая Всероссийская конференция Докучаевские чтения «Почвы и почвенный покров современных наземных экосистем» состоялась в 1998 году в СПбГУ. Всего за период 1998–2016 гг. было проведено 19 Докучаевских молодежных чтений, в которых приняли участие более 3000 человек из 70 ВУЗов и 40 НИИ, представляющих около 50 городов России и стран ближнего и дальнего зарубежья (около 10 стран). Заявки на конференцию поступали практически со всех регионов России, в том числе, из 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 таких стран, как Украина, Белоруссия, Молдова, Казахстан, Узбекистан, Иран, Германия, Австрия и Польша. В 2012 году география участников конференции была настолько разнообразной, что заявки были получены не только из различных городов России, но и из других стран, что позволило оргкомитету присвоить Докучаевским чтениям статус Международной конференции. В этом статусе конференция проходит 6-й год подряд.

Докучаевские чтения являются самым популярным научным форумом студентов и молодых почвоведов России. Темы Докучаевских чтений, которые всегда предлагают исключительно студенты, магистранты и члены оргкомитета, посвящены основным проблемам совре-

менного почвоведения: экологии почв, почвенного и биологического разнообразия, сохранению почвенного покрова, методологии науки, самым современным методам изучения генезиса и эволюции почв, продовольственной и экологической безопасности России.

Доклады и научные дискуссии участников конференции показывают возрастающий с каждым годом уровень научных исследований студентов о почве и высокий инновационный потенциал представленных на конференции работ. Дискуссии и обсуждение научных результатов являются хорошим стимулом для молодых специалистов к поиску оригинальных путей решения тех или иных проблем, своего рода школой научного общения. Участие в конференциях поднимает рейтинг студентов и открывает перспективы для поступления в магистратуру, аспирантуру, учитывается при назначении повышенных или именных стипендий, дает основу для написания и защиты диссертации.

Генеральная Ассамблея ООН объявила 2015 год Международным годом почв. Генеральный директор ФАО Жозе Грациану да Силва на церемонии открытия сказал: «почвы играют важнейшую роль в мировом производстве продовольствия, однако мы не уделяем этому молчаливому союзнику достаточного внимания». Назвав почвы «практически забытым ресурсом», он призвал увеличить инвестиции в рациональное использование почвенных ресурсов и в мероприятия по повышению информированности людей. Одна из главных целей всемирной информационной кампании МГП состояла в том, чтобы голос этого нашего молчаливого союзника был услышан [1].

Идея использования социальных сетей для информирования людей о роли почв и формирования общественного мнения о ее непреходящей ценности в обеспечении продовольственного и экологического благополучия является одним из эффективных способов воздействия на человеческое восприятие. Социальные сети на сегодняшний день являются одними из самых посещаемых ресурсов в Интернете. По данным исследовательской компании comScore, их используют около 85 % от всех Интернет-пользователей мира [2], что составляет около двух млрд. человек. Эллисон и Бойд (цитировано по [2]) определили социальную Интернет-сеть как веб-сервис, позволяющий пользователям создавать: открытые (публичные) или частично открытые профили пользователей, список пользователей, с которым они состоят в социальной связи; просматривать свой список связей и аналогичные списки других пользователей в рамках одной системы.

Цель работы: провести анализ как почвоведы представлены в социальных сетях и какие вопросы почвоведения обсуждаются на разных платформах.

Объектами исследования являются популярные и востребованные интернет-платформы в социальных сетях: ВКонтакте, Twitter, Instagram, Facebook и Одноклассники. Проанализированы как российские, так и зарубежные источники.

Российская сеть «ВКонтакте» достаточно часто используется почвоведом. В ходе исследования, были выявлены следующие актуальные группы: «Веселый почвовед», «Молодежные Докучаевские чте-

ния», «Центральный Музей Почвоведения им. В.В. Докучаева», «Я люблю Почвоведение», «Факультет Почвоведения, агрохимии и экологии», «Факультет почвоведения МГУ». Среди них наиболее популярной является группа «Веселый почвовед». В этой группе поднимаются проблемные и острые вопросы почвоведения, публикуются новости, интересные факты о почвах, а также представлено множество видеороликов и фотографий, посвященных вопросам науки.

Российская сеть «Twitter» мало используется почвоведом. В ней опубликован ряд фотографий, посвященных акциям «сохраним нашу почву», а также обнаружены записи пользователей, размышляющих на актуальные вопросы о почве, ее роли и пользе в жизни нашего общества. Зарубежная сеть «Twitter» используется значительно шире. Именно в «Твиттере» обнародована информация о целевой программе по улучшению почв в США, об образовательных программах для студентов почвоведов; о различных почвенных организациях, защищающих свои интересы; размещены официальные страницы факультетов почвоведения иностранных ВУЗов со сведениями о профессорах и других сотрудниках, фотографии и видеоролики акций, протестов и мероприятий. Все эти важные для почвоведов вопросы освещаются на зарубежной платформе, второй по посещаемости в мире социальной сети.

Российская сеть «Instagram» редко используется почвоведом. В ней представлены страницы от студенческих групп Факультета Почвоведения агрохимии и экологии, факультета Почвоведения МГУ и СПбГУ. На них размещены различные фотографии с полевых практик, учебных мероприятий и конференций. Кроме того, там были обнаружены фотографии пользователей, размещающих необычные почвенные процессы и явления. Относительно недавно, Факультет Почвоведения, агрохимии и экологии на своей странице опубликовал фотографии с парада почв в Москве. В зарубежной сети «Instagram» активность почвоведов значительно выше. Там опубликованы не только фотографии публичных акций, митингов и конференций различных зарубежных почвенных организаций, но и приводятся статистические данные о состоянии почв, лабораторных опытов, фотографии почвенных разрезов, показаны мелиоративные мероприятия по улучшению почв.

Российская сеть «Facebook» практически совсем не используется нашими почвоведом. Исключение составляют официальная группа факультета Почвоведения МГУ и различные коммерческие организации, занимающиеся сбытом почвенных удобрений и рассады для садоводов. Зарубежная сеть «Facebook» наиболее популярная платформа среди почвоведов. Среди значимых сообществ сегодня выступают: Soil Solutions,

People4Soil, Soil Ecology Society, Soil Association, The Global Soil Partnership. Выдающийся пример эффективного использования платформы, показала итальянская организация People4Soil, инициировавшая петицию по охране почв. Ею было собрано 1 млн. подписей, вследствие чего, комитет по охране окружающей среды одобрил резолюцию об охране и рациональному использованию почв. Все заявленные группы имеют многотысячную аудиторию, и можно сказать, что уже сформировано общественное мнение граждан о проблеме здоровья почв.

В российской сети «Одноклассники» относительно хорошо представлены лишь группы садоводов и дачников. Там обсуждаются вопросы плодородия почв, рациональных и выгодных способов ведения хозяйства, а также реклама минеральных удобрений.

На сегодняшний день интернет – это бесценное хранилище полезной информации, знаний и человеческого опыта. А социальные сети интернета – это та площадка, через которую можно реализовать свой творческий потенциал, получать знания, делиться опытом и информировать население об экосистемных услугах (функциях) почв и необходимости их защиты.

Литература

1. *Итоги Международного года почв*: теперь мы будем относиться к почвам более ответственно [Электронный ресурс] URL: <http://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/ru/c/356859/> (дата обращения: 13.02.2017).

2. *Воронкин А.С.* Социальные сети: эволюция, структура, анализ. Образовательные технологии и общество, вып. 1, т. 17, 2014 г. [Электронный ресурс] URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/sotsialnye-seti-evolyutsiya-struktura-analiz> (дата обращения: 13.02.2017).

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. Б.Ф. Апариним.

Секция I

*Экологический потенциал почв.
Методы оценки*

EFFECTS OF ZnO AND CuO NANOPARTICLES ON SOIL, PLANT
AND MICROBIAL COMMUNITYV.D. Rajput, V.S. Tsitsushashvili, S.N. Sushkova, D.G. Nevidomskaya
Southern Federal University, Rostov-on-Don, rajput.vishnu@gmail.com

Nanoparticles (NPs) received astonishing attention due to its unique properties and beneficiary application in agriculture and allied sectors. NPs are various types but metal-based (silver (Ag), zinc oxide (ZnO), titanium dioxide (TiO₂), iron oxide (Fe₃O₄), copper (CuO)) are widely using, and monitored for toxic effects on activity, abundance, diversity of fauna and flora. Hazardous effects of engineered metal containing ZnO and CuO NPs are using as a bio-cides for avoiding or diminishing the growth of microorganisms and algae. Therefore, similarly to pesticides, these nanomaterials should be monitored for their toxic effects. The main input of NPs to soils is land application of sewage sludge or industrial waste treatment plants. Once released to the environment, nanowastes accumulate in ecosystems and pose threats to life forms. So, it's very important to understand the behavior of NPs in soil, and to evaluate the risk in arable soil ecosystems or other real environmental scenarios. Recent studies on the effect of ZnO NP on buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) at high concentrations (10–2.000 mg/L) caused a biomass drop, damaged root surface cells, and induced an uncontrolled ROS defense system (Lee et al. 2013). Another study confirmed that CuO NP is bio-accumulated and bio-transformed in maize, which increases concern that significant risks may be associated with NPs in food (Wang et al. 2012). ZnO NPs hindered the thermogenic metabolism, reduces in numbers of colonies of *Azotobacter*, *P-solubilizing* and *K-solubilizing* bacteria, and also inhibit enzymatic activities (Chai et al. 2015). The effect of CuO NPs on the soil–microbial community is little explored (Collins et al. 2012). It is also reported that NPs affects many microscopic properties of the soils (Tal et al. 2013).

Thus, it is all the more important to explore whether nanoparticles could compromise soil organism communities and the important functions. Further researches on the effects of NPs need to explore whether it could compromise crop yield, soil properties, soil organisms and functional activities of soil.

The work is recommended by Prof. Dr. Tatiana Minkina, Head of Soil Science Department Southern Federal University.

The work was supported by the Ministry of education and science of Russia (project no. 5.948.2017/PCh), the Russian Foundation for Basic Research (project no. 16-34-00573).

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ПОЧВЕННЫХ ПОТОКОВ ПАРНИКОВЫХ
ГАЗОВ В ЕЛЬНИКАХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Д.Р. Алилов

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Daniyal0593@mail.ru

Введение. Глобальное изменение климата является одной из проблем экологии. Проблемы изменения климата связывают с возрастающей эмиссией парниковых газов. К парниковым газам относят такие основные газы как – водяной пар, CO_2 (углекислый газ), CH_4 (метан) и N_2O (закис азота), что возникают в результате деятельности человека, накапливаются в атмосфере, и постепенно усиливают парниковый эффект. Это сопровождается глобальным повышением температуры [1,2].

Цель работы – проведение комплексных почвенно-экологических исследований с оценкой пространственно-временной изменчивости почвенных потоков парниковых газов (CO_2) в представительных для южно-таежных экосистем Европейской части России вариантах ельников Центрально-Лесного заповедника.

Объекты исследования. Исследования проводятся в Центрально-Лесном заповеднике (Нелидовский район Тверской области).

Основными объектами исследования являются ельник сфагново-черничный на участке Старая Вышка, ельник неморальный кислично-щитовниковый на участке Ключ красный и ельник кислично-разнотравный старше 300 лет с дерново-слабоподзолистыми почвами на участке Новая Вышка.

Методы исследования. Мониторинговые измерения потоков парниковых газов осуществляются подекадно методом высокочастотных измерений *in situ* в напочвенных экспозиционных камерах, при помощи газового анализатора Li-820 с сопутствующими измерениями влажности почвы, ее температуры, температуры воздуха и атмосферного давления.

Результаты и обсуждения. При измерении интенсивности выделения CO_2 со всей экосистемы, важно знать, какую долю в общей эмиссии занимают почва, травянистая растительность, живая и мертвая древесина. Для изучения поглощения углекислого газа и оценки его накопления в органическом веществе измеряются объемы прироста древесины и скорость роста сфагнума. Также в ельниках изучается доля влияния вывалов в общем дыхании экосистемы. В качестве внешних факторов были выбраны температуры почвы и воздуха, влажность почв. Измерения проводятся на каждом участке раз в 10 дней. В ходе исследования минимальная эмиссия CO_2 на участке Ключ красный составила $5.3 \text{ г } \text{CO}_2 / \text{м}^2 \text{ день}$ за летний период на новом ветровале. На протяжении

летнего периода измерений, средняя температура воздуха колебалась от +13.9 °С до +26.4 °С, на ключевых участках особых различий в температуре воздуха не было, так как древесная растительность на всех участках имеет примерно одинаковую плотность крон. Температура почвы изменялась, в зависимости от температуры воздуха, на разных участках отличалась по своему на Ключе Красном от +12 °С до +20.3 °С., на Вышке Новой от +13 °С до +25.9 °С., на Старой Вышке от +13.2 °С до +19.5 °С., Влажность почвы существенно варьирует в зависимости от количества осадков за сезон, и от рельефа ключевых участков. Почвы на ветровалах с западиной более холодные и влажные (разница во влажности до 30–50 %), чем на холмах. По результатам исследований выявлена пространственная изменчивость основных режимных показателей ключевых участков.

Литература

1. *Борисенков Е.П.* Климат и его изменения. – М.: Знание. – 2012. 64 с.
2. *Будыко М.И.* Глобальная экология. – М.: Мысль, 2012.

Работа рекомендована д.б.н., проф. И.И. Васеневым.

УДК 550.47; 631.417.7

БИОГЕННЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ В ПОЧВАХ ПАРКОВЫХ ЗОН г. МОСКВЫ

Н.А. Анохина

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
факультет почвоведения, anhome@mail.ru

Алифатические углеводороды, несмотря на их невысокое содержание в составе органического вещества почв, считаются одними из наиболее устойчивых компонентов почвенного липидного комплекса, вследствие своей высокой гидрофобности и относительно высокой устойчивости к биodeградации, связанной, в том числе, с их способностью прочно сорбироваться на почвенных частицах. *n*-алканы составляют небольшую часть почвенного липидного комплекса, в состав которого включают все вещества, извлекаемые из почвы органическими растворителями. Наибольшее внимание в этой группе соединений уделяется неразветвленным алканам с длиной углеродной цепи 16–34 углеродных атомов. Для верхних почвенных горизонтов основным источником поступления данных соединений считаются эпителикулярные воска наземных растений, в составе которых преобладают *n*-алканы с длиной цепи C₂₅–C₃₃ при значительном доминировании нечетных гомологов. Корот-

ко- и среднецепочечные четные и нечетные *n*-алканы ($<C_{25}$) попадают в почву из разных источников, в том числе из корневой и микробной биомассы, а также при разрушении более длинных липидных мономеров. Первичными продуктами деструкции алканов в почвенных условиях являются спирты, жирные кислоты и метил-кетоны (*n*-алкан-2-оны). Последние образуют гомологи с числом углеродных атомов, равным исходному алкану, в ходе реакции β -окисления углеводородной цепи. При этом кетоны считаются более удобным классом для оценки биodeградации углеводородов, так как практически не образуются в высших растениях.

Был проанализирован углеводородный состав почв городского рекреационного массива – НП «Лосиный остров». Исследован углеводородный состав растительного материала и подстилок в широколиственных парцеллах (липняковые формации). Изучено профильное и сезонное распределение *n*-алканов и *n*-метил-кетонов, определена интенсивность трансформации углеводородов в парке «Лосиный остров». В составе исследуемого растительного материала и опада преобладают нечетные длинноцепочечные *n*-алканы (длина C-цепи >25 углеродных атомов). Состав *n*-алканов и *n*-метил-кетонов в верхних горизонтах изученных почв соответствует распределению углеводородов в опаде, преобладающая длина цепи сохраняется. Содержание неразветвленных метил-кетонов в верхних горизонтах составило 8–27 мкг/г С, их распределение сходно с распределением соответствующих *n*-алканов при более высоком относительном содержании гомологов с длиной цепи C_{31} и C_{33} . Во всех образцах почв доминирующими являлись C_{29} и C_{31} *n*-алканы, суммарная доля которых составляла 45–70 %. Вниз по профилю доля *n*-алканов возрастает, при одновременном снижении содержания *n*-метил-кетонов. При этом вниз по профилю увеличивается содержание четных среднецепочечных *n*-алканов (C_{16} – C_{24}). Вниз по профилю уменьшается содержание органического углерода, при этом хорошо видны изменения в составе алканов. В верхних горизонтах заметно влияние опада, как основного источника липидных компонентов. В нижних горизонтах сильно увеличивается доля четных и среднецепочечных гомологов, что свидетельствует о резком повышении вклада микробной биомассы (преимущественно ризосферной) и корневого опада. При этом нарастает относительное содержание длинных нечетных алканов – C_{31} и C_{33} , более устойчивых к деградации. Доля короткоцепочечных и четных *n*-алканов, а также *n*-метил-кетонов, снижается к началу вегетационного периода по сравнению с постлистопадным сезоном.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Ю.А. Завгородней.

НОВЫЕ ДАННЫЕ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ
И ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВЕННЫХ
МИКРООРГАНИЗМОВ В НАТИВНЫХ ПОЧВАХ
И ИСКУССТВЕННЫХ СУБСТРАТАХ ПРИ ОЦЕНКЕ ТОКСИЧНОСТИ
ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ (НА ПРИМЕРЕ ЗАПОВЕДНОГО УЧАСТКА
«ЯМСКАЯ СТЕПЬ»)

Н.О. Бакунович

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения
РАН, pondoxva@mail.ru

Участок «Ямская степь» государственного природного заповедника «Белогорье» расположен на северо-востоке Белгородской области и граничит непосредственно с Лебединским ГОК. При сильном ветре, стоя на ее территории, можно наблюдать клубы пыли, поднимающиеся с отвалов предприятия. По розе ветров видно, что хотя преимущественные ветра дуют мимо Ямской степи, но ветра Ю, ЮЗ и ЮВ направления, захватывающие территорию заповедного участка, составляют около 40 %, что также немало.

Цель работы – оценка токсичности загрязнения почв и ландшафтов участка «Ямская степь» заповедника «Белогорье» тяжелыми металлами (ТМ) на основе проведения серии экспериментов по определению микробиологической активности нативных почв и искусственно-созданных субстратов для сети мониторинговых площадок (МП) на территории заповедника и вокруг него.

Вокруг Ямской степи в Белгородской области в 2013–2015 гг. мы заложили сеть МП или пунктов комплексных наблюдений за воздействием Лебединского ГОК на экосистемы этого заповедного участка. Со всех МП отобрали пробы с глубины 0–5 см. В пробах определяли содержание органического углерода (С_{орг}) – по Тюрину, pH водной вытяжки, гранулометрический состав, содержание валовых форм ТМ. Также измеряли микробиологическую активность почв (V_{basal}) по интенсивности выделения CO₂, метаболический коэффициент (qCO₂), активность фосфатазы, полифенолксидазы, пероксидазы. Были проведены дополнительные имитационные опыты с чистой почвой, прокаленной чистой почвой, и пылью с цехов Губкинского комбината, загрязнённой ТМ.

Изучение нативных почв, отобранных на МП, не выявило зависимости базального дыхания от типа почвы, лишь слабо и единично – от типа землепользования.

В результате опытов с искусственными субстратами установлено, что однозначный и статистически достоверный вывод о превышении скорости дыхания микроорганизмов по сравнению с обычной незагрязненной почвой для изучаемого региона может быть получен при значительной концентрации пыли в почве, доходящей до уровня 3 г пыли на 5 г почвы, а лучше 5 г пыли к 5 г почвы (50/50 %), что трудно представить в натуральных условиях. В этой связи весьма актуальным представляется изучение в качестве индикатора загрязнения почв тяжелыми металлами фосфатазной, пероксидазной, и полифенолксидазной активности.

Дальнейшие исследования показали, что загрязнение тяжелыми металлами оказывает влияние на ферментативную активность почв, при этом большая часть металлов выступала в роли ингибиторов, а другая часть выступала в роли катализаторов микробных сообществ.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 16-05-00669а.

Работа рекомендована в.н.с., д.г.н. О.С. Хохловой и проф., д.г.н. А.В. Русаковым.

УДК 631.4

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ЛИСТВЕННИЧНЫХ ГАРЕЙ РАЗЛИЧНОГО ВОЗРАСТА СЕВЕРОТАЁЖНОЙ ПОДЗОНЫ (ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЭВЕНКИЯ)

А.К. Бескровный

Сибирский федеральный университет, Красноярск,
sanyabeskrovnyyy@mail.ru

В подзоне северной тайги биомасса мохово-лишайникового слоя, инсоляция и микрорельеф способны влиять на возможные изменения в глубине деятельного слоя. Исследования проводились в лиственничниках, сформированных на разных элементах рельефа в бассейнах рек Кочечум и Нижней Тунгуски. Объект исследования – почвы северотаежной подзоны.

Целью работы явилось изучение почвенного покрова под лиственничными гарями различного возраста и контрольных участков. Определение почв проводилось с использованием Классификации и диагностики почв России (2004).

В ходе исследований были заложены почвенные профили под гарями разного возраста (1960, 1993, 2013, 2015 гг.), а также на контрольных участках. Пробные площади закладывались с целью установления трансформации почвенного покрова под лиственничными гарями разного возраста. Было заложено четыре катены: в долине реки Кочечум, в

долине ручья Кулиндакан (бассейн реки Кочечум), и катена в долине р. Нижняя Тунгуска, контроль гари и гарь 2015 года. Для склонов северных экспозиций характерно формирование в том числе и криометаморфических почв, а для склонов южной экспозиции – различных подтипов подбуров. В результате морфологических исследований установлено, что под листовенничными гарями различного возраста формируются различные подтипы подбуров (О-BHF-C). Только под листовенничными гарями 2015 года установлено формирование литоземов пирогенных серогумусовых ожелезненных (Opiг-AY-Cf-R).

Все изученные почвы характеризуются слабокислой или нейтральной реакцией среды. Содержание карбонатов не превышает 1.3 %. Содержание суммы обменных оснований варьируется от 31 до 46 мг-экв/100 г почвы, что позволяет охарактеризовать подбуры и литоземы как ненасыщенные основаниями. Содержание общего органического углерода в литоземах незначительное, в гумусово-аккумулятивном горизонте не превышает 1.1 %. В подбурах грубогумусированных, формирующихся под листовенничными гарями 1960 года, содержание общего органического углерода составляет в среднем 5.8 %. Подбуры грубогумусированные, формирующиеся на листовенничных гарях 1993 г., классифицируются как среднегумусные, его количество не превышает 5 %. Почвы контрольных участков по содержанию гумуса характеризуются как высокогумусные.

Следы надмерзлотного оглеения установлены в различных подтипах подбуров листовенничных гарей различного возраста. Мощность деятельного слоя в почвах контрольных участков изменяется от 40 до 80 см, в почвах под листовенничными гарями от 65 до 170 см.

Строгой закономерности между глубиной, скоростью оттаивания деятельного слоя и экспозицией и крутизной склонов не выявлено. Почвы, на различных геохимических фациях, характеризуются различной глубиной сезонно-талого слоя. Установлено увеличение глубины сезонно-талого слоя в почвах послепожарных территорий.

Работа рекомендована к.г.н., доц. И.В. Борисовой.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ РТУТИ В ПОЧВАХ г. СТРЕЖЕВОЙ
(СЕВЕР ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

А.А. Бондарчук

Национальный исследовательский Томский политехнический
университет, bondarchuk.anastasiua.1994@mail.ru

Город Стрежевой (60°44'00" с.ш., 77°35'00" в.д.) расположен на северо-западе Томской области в пределах Александровского административного района. Александровский район – основной нефтедобывающий район Томской области. Территорию г. Стрежевой условно можно разделить на три функциональных зоны: промышленная (северная часть города), зона жилой многоэтажной застройки (юго-восточная часть города) и жилой малоэтажной застройки (юго-западная часть). Основную часть промышленной зоны города составляют базы по размещению и обслуживанию нефтедобывающего оборудования, склады, автобазы, строительные и монтажные управления нефте- и газодобывающих предприятий. Также на территории города имеются автозаправочные станции, тепличное хозяйство и ряд газовых котельных (резервный вид топлива – мазут). Основной зеленый массив города расположен на высоком берегу р. Пасол (приток р. Обь).

С целью оценки уровня содержания ртути – высокотоксичного химического элемента, относящегося к загрязнителям 1 класса опасности [1], в почвах на территории г. Стрежевой в 2015 г. производился отбор проб почв. Отбор осуществлялся в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02–84 [2] по площадной сети масштаба 1:50 000, общее количество отобранных проб составило 28 образцов. Аналитическое определение ртути в пробах почвы осуществлялось методом беспламенной атомной абсорбции с использованием анализатора ртути «РА-915+» (использованный ГСО – СДПС-3) в учебно-научной лаборатории микроэлементного анализа МИНОЦ «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ (зав. лабораторией к.х.н., доцент Н.А. Осипова).

По результатам исследований была построена карта-схема пространственного распределения концентраций ртути в почвах г. Стрежевой (рис.).

Установлено, что содержание ртути в почвах г. Стрежевой изменяется от 2.5 до 55.1 нг/г, при среднем значении – 8 нг/г, что значительно ниже ПДК по ртути для почв (2100 нг/г) [2]. 7.1 % от всех проб превышает кларк континентальной части – 33 нг/г [3]. При этом наиболее контрастный ореол содержания ртути в почвах города приходится на жилую часть г. Стрежевой.



Рисунок. Карта-схема содержания ртути в почвах г. Стрежевой (Томская область), нг/г.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить пространственное распределение ртути в почвах г. Стрежевой (север Томской области), рассчитать среднее содержание ртути для почв города и сопоставить полученные экспериментальные данные с другими городскими территориями.

Литература

1. ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве.
 2. ГОСТ 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа».
 3. Беус А.А. Геохимия литосферы. М.: Недра, 1981. – 335 с.
- Работа рекомендована к.г.-м.н., ст. преп. Филимоненко.

РОЛЬ АРБУСКУЛЯРНО-МИКОРИЗНЫХ ГРИБОВ В
СТАБИЛИЗАЦИИ ПОЧВЕННЫХ АГРЕГАТОВ

А.Е. Брусенцев

Российский государственный аграрный университет им.

К.А. Тимирязева, Москва, brussia@mail.ru

Методологические основы изучения уровней структурной организации почвы и иерархии этих уровней были заложены еще В.В. Докучаевым, утвердившим взаимообусловленность генетических горизонтов в профиле. В отечественном почвоведении с тех пор почвенная масса рассматривается как сложная морфогенетическая система. Поэтому необходим единый анализ соподчинения ее элементов от уровней профиля и горизонта до уровня отдельных компонентов микро-строения.

Общепризнаны достижения микроморфологии почв в выявлении крайне малых изменений, возникающих вследствие биогенных воздействий и часто ускользающих от других аналитических методов. Показано, что во многих почвах микроорганизмы вместе с выделяемыми ими органическими соединениями играют главную роль в формировании отдельных компонентов почвенной массы (элементарных почвенных частиц, новообразований), определяющих строение генетических горизонтов и профиля в целом. Плохо изучено значение арбускулярно-микоризных грибов в стабилизации почвенных агрегатов. Известно, что микоризообразующие грибы снабжают растения влагой, азотистыми веществами и фосфатами, получая взамен часть ассимилята, который продуцируется зелеными растениями с помощью фотосинтеза. Видимо, арбускулярно-микоризные грибы должны вносить в стабильность почвенной структуры более существенный вклад, чем сапротрофные грибы, т.к. используют постоянно поступающие продукты фотосинтеза растения и не зависят от малочисленных почвенных органических субстратов.

В наших экспериментах растение сои выращивались разделенной перегородкой корневой системой для получения двух вариантов опыта в одном сосуде: микоризованные и немикоризованные корни. В отдельных сосудах третьего варианта развивался гриб без растения. Контролем служила исходная почва без растений и грибов. Проводили микроскопический анализ на присутствие микоризы в корнях. Брали среднюю пробу корней по возможности равного диаметра у 10 растений каждого варианта. Изготавливали поперечные срезы, которые окрашивали анилиновой синью и анализировали под микроскопом МБР-3 при слабом увеличении.

Полученные результаты в порядке снижения прочности агрегации: микоризованные корни и гифы > гифы без корней > немикоризованные корни без гиф > контроль. Предполагается, что специфичные экссудаты гиф играют решающую роль в стабилизации структуры почвы арбускулярно-микоризными грибами.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Л.А. Паничкиным.

УДК 631.422

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ МЕТОД ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОДВИЖНОСТИ СОЕДИНЕНИЙ МЕДИ В ПОЧВЕ МОДЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

М.В. Бурачевская, С.С. Манджиева, Т.В. Бауэр,
Е.Ф. Асташова, К.Р. Уразгильдиева

Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского Южного
федерального университета, г. Ростов-на-Дону, marina.0911@mail.ru

Введение. Поведение загрязняющих веществ в ландшафте зависит не столько от уровня их общего содержания в почве, сколько от их фракционного состава. С помощью метода последовательного фракционирования можно оценить относительную подвижность тяжелых металлов и формы их связи с почвенными компонентами. Медь может поступать в почву в составе медьсодержащих веществ (удобрений, отходов и т.д.). Несмотря на то, что медь является микроэлементом для живых организмов, при его высоком содержании металл может оказывать токсическое воздействие. Цель – изучение состава соединений меди, оценка их подвижности в почве модельного эксперимента методом последовательного фракционирования.

Объекты и методы. Для закладки модельного эксперимента использован верхний слой (0–20 см) чернозема обыкновенного (*Chernozem Haplic*), находящегося вдали от возможных источников загрязнения. Почва обладает следующими физико-химическими свойствами: физ. глина 47.1 %; ил 26.8 %; гумус 6.3 %; pH 7.5; CaCO₃ 0.3 %; N-NO₃ 2.5 мг/100 г; P₂O₅ 1.6 мг/100 г; K₂O 22.8 мг/10 г; Ca²⁺ + Mg²⁺ 35.0 смоль(экв)/кг; ЕКО 37.1 смоль(экв)/кг.

На дно пластиковых сосудов объемом 1 л укладывали 3-х см слой промытого стекла для дренажа. В сосуды вносили 1 кг почвы, смешанной с сухими солями ацетата меди. Инкубация почвы происходила в течение 1 года. В почве постоянно поддерживали наименьшую полевую влагоемкость. Схема опыта состояла из контроля, варианта с внесением

меди в дозе 300 мг/кг (3-х кратная повторность). Общее содержание меди превышает ПДК в 6 раз.

Анализ состава соединений меди в почве проводили на основе метода Миллера в модификации Берти, Джакобс (Berti, Jacobs, 1996), позволяющего выделять восемь форм соединений ТМ в почве. Содержание меди в почвенных вытяжках определяли методом ААС.

Результаты. Методом Миллера установлено следующее распределение меди по формам соединений в исходном незагрязненном черноземе обыкновенном: остаточная (67 %) > связанная с органическим веществом (12 %) > связанная с кристаллическими оксидами Fe (10 %) > связанная с аморфными оксидами Fe (8 %) > связанная с Mn (1 %) ≥ связанная с карбонатами (0.7 %) > обменная (0.2 %) = водорастворимая (0.2 %). В незагрязненной почве в кристаллических решетках первичных и вторичных минералов удерживается преобладающая часть Cu, до 67 % от суммы фракций, что делает их недоступными для живых организмов. Содержание наиболее подвижных фракций Cu в исходной почве составляет не более 1 % (водорастворимая, обменная, связанная с Mn, карбонатами фракции).

При загрязнении во фракционном составе Cu происходят изменения: связанная с органическим веществом (27 %) ≥ остаточная (26 %) > связанная с аморфными оксидами Fe (18 %) > связанная с кристаллическими оксидами Fe (13 %) > связанная с карбонатами (11 %) > связанная с Mn (4 %) > обменная (1 %) > водорастворимая (0.1 %). В наибольшей степени увеличивается относительное содержание Cu в наиболее подвижных фракциях: водорастворимой и обменной – в 5 раз и связанной с карбонатами в 11 раз. При загрязнении доля соединений Cu, связанной с органическим веществом, увеличивается более, чем в 2 раза и соответствует доле силикатов. Возрастает в 2.25 раза доля Cu, связанной с оксидами аморфного Fe и в 4 раза с оксидами Mn, при уменьшении доли в остаточной фракции в 2.6 раза.

Таким образом, при загрязнении наблюдается увеличение степени подвижности, а в следствие этого, и доступности Cu в почве, сокращение доли металла в остаточной фракции. Органическое вещество и несиликатные соединения железа являются основными компонентами, удерживающими Cu.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-34-00573_мол_а.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Т.М. Минкиной.

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В КАРБОНАТНЫХ НОВООБРАЗОВАНИЯХ
И ПОЧВАХ ЮЖНО-МИНУСИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ

Дж.Ю. Васильчук, Е.А. Иванова, Д.В. Котелевец

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
jessica.vasilchuk@gmail.com

Тяжелые металлы являются приоритетными промышленными загрязнителями, оказывающими значительное влияние на состояние экосистем и здоровье человека. Почвы и карбонатные почвенные новообразования выступают депонирующими средами для многих тяжелых металлов. Цель данной работы выявить факторы определяющие содержание тяжелых металлов в почвах и почвенных растворах, а также в карбонатных новообразованиях почв Южно-Минусинской котловины. Исследования проводились на трех ключевых участках. В качестве территории подверженной антропогенной нагрузке был выбран район Саяногорского алюминиевого завода (САЗ), а в качестве фоновых территорий озеро Ханкуль и Хакасский национальный музей-заповедник Казановка. Район исследования характеризуется резко-континентальным климатом, степной растительностью, и распространением черноземов южных и каштановых почв. Было определено содержание микро и макроэлементов в почвах, почвенных растворах и карбонатных новообразованиях методом ICP-MS. Изучение техногенного загрязнения экосистем в зоне влияния САЗ проводится разными исследователями с 80-х гг. XX в. и продолжается в настоящее время [5] В основном эти исследования касаются F и Al, а также Na, Ca Mg [7]. САЗ не является единственным источником антропогенного воздействия в Южно-Минусинской котловине содержания тяжелых металлов (ТМ) в депонирующих средах[1]. Поскольку Южно-Минусинская котловина литологически неоднородна [8], мы считаем целесообразным отмечать не только техногенные аномалии относительно мировых и макрорегиональных кларков [1, 2, 3], но и исследовать ТМ, источником которых являются локально вскрывающиеся горные породы [4].

В составе микроэлементов почв по абсолютным значениям преобладают Ba, Sr, V, Cr, Zn, Zr, Rb, Ce, Ni, Nd, La, Y, причем в Саяногорске содержание Ba, V, Cr больше, чем в почвах других участков. В районе оз. Ханкуль выше содержание Sr и Zr относительно других участков. Наивысшие кларки концентрации (КК) [7] элементов по сравнению с кларком А.П. Виноградова [3] отмечены для Bi (КК = 14–26), Se (14–20), As (2.2–7.9), Hf (1.75–5.01), Yb (4.4–7.4), Cd (в нижних горизонтах

почв Казановки до 2), Sb (1.4–24 кроме оз. Ханкуль). Незначительные превышения ПДК почв отмечены для V. В Саяногорске содержание составило 161 мг/кг при ПДК 150 мг/кг. В целом в составе почвенных растворов преобладают: Sr, Ba, Zn, Al, V. Содержание этих элементов наиболее высокое в Саяногорске. Так в почвенных растворах Саяногорска содержание Al – 129 мкг/л при 14.8 мкг/л в Казановке, содержание V – 19.6 и 4.6 мкг/л соответственно. В составе микроэлементов в карбонатных новообразованиях преобладают стронций и барий. Содержание обоих элементов наиболее велико в засоленных ландшафтах оз. Ханкуль, превышая содержание в Саяногорске и Казановке в 2–10 раз. По абсолютным содержаниям на участках Казановка и Ханкуль в карбонатах преобладают Zr, Ce, Zn, в Саяногорске – Ni, Zn, Cr, V. Также в районе Саяногорска по сравнению с другими участками выше содержание Cu, Sc, Y. Наивысшие КК элементов в карбонатных новообразованиях по сравнению с кларком карбонатных пород [2] на всех участках наблюдаются по Pb (60–302.5), Ba (17–262), Tl (30–350), Co (32–261), Hf (11–48), Nb (5.3–10.4), также значительно (близко к кларку карбонатных пород) содержание Sr (273–810).

Таким образом, можно прийти к следующим выводам: 1) Высокое содержание V, Cr, Ba в почвах и карбонатных новообразованиях по сравнению с кларками и ПДК в Саяногорске, вероятно, связано с антропогенным фактором; 2) Повышенное по сравнению с фоном содержание Al и V в почвенных растворах, также свидетельствует об антропогенном воздействии; 3) высокое содержание Hf и Nb по сравнению с кларком в карбонатных новообразованиях и в почвах может быть связано с девонскими базитами, некоторые из которых на территории Минусинского прогиба, обогащены этими редкоземельными элементами [4]. Вероятно содержание Sr, высокое, но не превышающее кларка, также связано с литогенным фактором.

Литература

1. *Архипов А.Л.* Геоэкологическое и экогеохимическое состояние геологической среды Южно-Минусинской котловины (республика Хакасия): дисс. на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. : 25.00.36.– Томск, 2011.– 215 с.
2. *Беус А.А. Грабовская Л.И. Тихонова Н.В.* Геохимия окружающей среды. – Недра, Москва. – 1976.– 248 с.
3. *Виноградов А.П.* Средние содержания химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры. – Геохимия. – 1962. – № 7. – с. 555–571.

4. *Воронцов А.А., Ярмолюк В.В., Федосеев Г.С., Никифоров А.В., Сандимирова Г.П.* Изотопно-геохимическая зональность магматизма девонской Алтае-Саянской рифтовой области: к оценке состава и геодинамической природы мантийных магматических источников // *Петрология*. – 2010. – Т. 18. – № 6. – С. 45–58.

5. *Давыдова Н.Д., Знаменская Т.И.* Геоэкологические проблемы Сибири, связанные с развитием цветной металлургии // *География и природные ресурсы*. – 2016. – № 4. – с. 41–47.

6. *Перельман А.И., Касимов Н.С.* Геохимия ландшафта. – Астра-2000, Москва. – 1999. – 610 с.

7. *Преловский В.А.* Оценка состояния экосистем в зоне влияния Саяногорского промышленного комплекса. // *Вестник Томского государственного университета*. – 347. – 2011. – С.204–207.

8. *Танзыбаев М.Г.* Почвы Хакасии. – Наука, Новосибирск. – 1993. – 257 с.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (грант № 14-27-00083).

Работа рекомендована к.б.н., доц. П.П. Кречетовым.

УДК 631.10

ЦЕЛЛЮЛОЗОЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ НИКИТСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА И ЗАПОВЕДНИКА «МЫС МАРТЬЯН» (ПОЛУОСТРОВ КРЫМ)

В.И. Гаврилова

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
ya.valentina-gav@yandex.ru

Для определения и сравнения биологической активности в природных почвах заповедника «Мыс Мартьян» (коричневых красноцветных), антропогенно-преобразованных (коричневых окультуренных) и антропогенных почвах (конструктоземах) Никитского ботанического сада (НБС) был проведен полевой эксперимент по определению целлюлозолитической активности почв (ЦА). Определение ЦА почв проводилось аппликационным методом, который подразумевал заложение в толщу 0–50 см кусков хлопчатобумажных полотен. Наблюдения проходили с октября 2015 года по сентябрь 2016 года, измерения ЦА почв проводилось каждые 4 месяца в течение года, для этого было выделено 3 контрастных по гидротермическим условиям периода (октябрь–январь, февраль–май, июнь–сентябрь).

Полученные данные показали, что в антропогенно-преобразованных и антропогенных почвах НБС процессы разложения целлюлозы идут в 2 раза интенсивнее, чем в природных почвах мыса Мартьян. В ходе эксперимента был определен период наиболее активного разложения целлюлозы и, следовательно, протекания процессов почвообразования. Оказалось, что коричневые красноцветные и коричневые окультуренные почвы характеризуются одинаковым трендом разложения целлюлозы в течение года (максимум ЦА приходится на период октябрь–январь, затем ЦА убывает и летом достигает минимума). В орошаемых конструкторемах, напротив, пик биологической активности приходится на летний период, вследствие полива (рис. 1). Исследование изменения ЦА в пределах почвенного профиля показало, что в коричневых красноцветных почвах мыса Мартьян максимум разложения целлюлозы приходится на срединный метаморфический горизонт (25–50 см), где, по-видимому, сохраняются оптимальные гидро-термические условия для микробиологической активности и, следовательно, процессов внутрипочвенного выветривания (рис. 2). Почвы сада, напротив, характеризуются увеличением ЦА в гумусовых горизонтах, которые защищены от неблагоприятных погодных условий почво-покровными культурами и мощными лесными подстилками (рис. 2). Это способствует активному процессу гумусонакопления в почвах НБС.

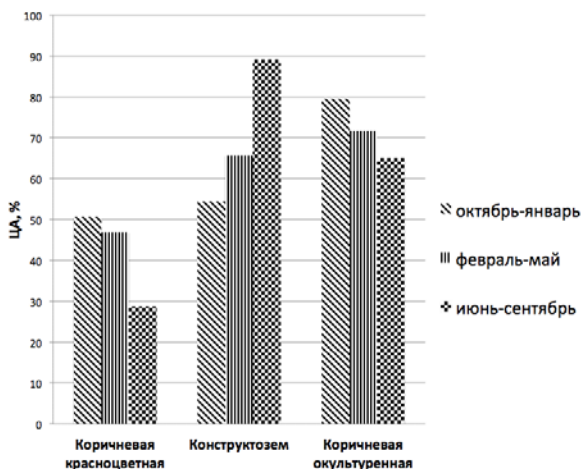


Рисунок 1. ЦА почв в слое 0–50 см.

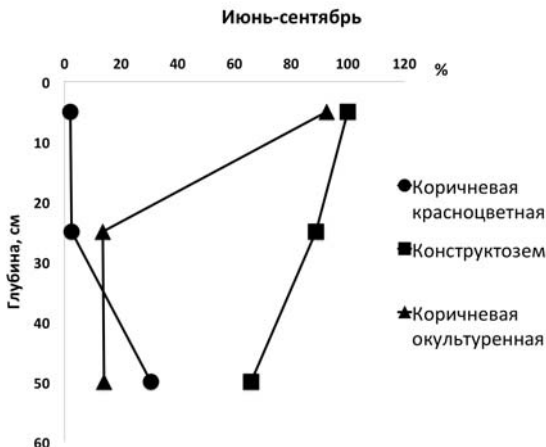


Рисунок 2. Профильное распределение ЦА, %.

Таким образом, исследование ЦА почв НБС и заповедника «Мыс Мартьян» дало представление о ведущих почвообразующих процессах и их интенсивности, позволило отразить динамику этих процессов в течение года, а также оценить вклад антропогенного фактора в биологическую активность почв.

Работа рекомендована д.б.н., проф. М.И. Герасимовой.

УДК 631.43

ИДЕНТИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ ГИСТЕРЕЗИСА ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ О ГЛАВНЫХ И СКАНИРУЮЩИХ ВЕТВЯХ НА ПРИМЕРЕ ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ

Р.С. Гиневский, В.А. Лазарев, А.О. Никоноров

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
rginevski@gmail.com

Для описания водоудерживающей способности почв используется показатель, который называется основной гидрофизической характеристикой (ОГХ) почвы. ОГХ формулируется в виде зависимости объемной влажности почвы θ от капиллярного давления влаги ψ . При описании ОГХ существует проблема физического обоснования [1–4] и учета явления гистерезиса [5]. На кафедре ВиГС СПбПУ разработана математическая модель, описывающая десорбционные и сорбционные ветви

гистерезисной ОГХ [6]. Для проведения исследования была использована компьютерная программа «HYSTERESIS» [7], разработанная на основе этой модели.

Цель работы – точности расчета петли гистерезиса водоудерживающей способности почвы на примере песчаной почвы.

По опытным данным $\theta(\psi)$ [8] (главным и сканирующим ветвям петли гистерезиса) с помощью оптимизирующего алгоритма Левенберга-Марквардта идентифицированы гидрофизические параметры. Средствами Microsoft Excel рассчитан коэффициент прямолинейной корреляции $R = 0.997$ между результатами расчета и опытными данными.

Выводы

1. Результаты вычислительного эксперимента доказали, что рассмотренная модель достаточно точно описывает гистерезисную ОГХ на примере песчаной почвы.

2. Разработанное на основе модели программное обеспечение может быть рекомендовано к практическому применению в гидрофизических и мелиоративных расчетах.

Литература

1. Полуэктов Р.А., Опарина И.В., Терлеев В.В. Три способа расчета динамики почвенной влаги // Метеорология и гидрология. – 2003. – № 11. – С. 90–98.

2. Полуэктов Р.А., Терлеев В.В. Моделирование водоудерживающей способности и дифференциальной влагоемкости почвы // Метеорология и гидрология. – 2002. – № 11. – С. 93–100.

3. Заславский Б.Г., Терлеев В.В. Моделирование гидрофизических характеристик почв // Сб. «Автоматизация науч. исслед. и проект. АСУ ТП в мелиорации», Фрунзе, 1988. С. 82.

4. Badenko V., Terleev V., Topaj A. AGROTOOL software as an intellectual core of decision support systems in computer aided agriculture // Applied Mechanics and Materials. – 2014. – V. 635–637. – PP. 1688–1691.

5. Терлеев В.В., Топаж А.Г., Мишель В., Гурин П.Д. Моделирование водоудерживающей способности почвы на основе представлений о капиллярном гистерезисе и логнормальном распределении пор по размерам: теория // Агрофизика. – 2014. – № 1 (13). – С. 9–19.

6. Гурин П.Д., Терлеев В.В. Использование логнормального распределения эффективных радиусов почвенных капилляров для моделирования водоудерживающей способности почвы // Сб. «XL НЕДЕЛЯ НАУКИ СПбГПУ». СПб.: СПбГПУ, 2011. – С. 319–321.

7. Терлеев В.В., Топаж А.Г., Гурин П.Д. Программа «HYSTERESIS» для расчета сорбционных и десорбционных ветвей пет-

ли гистерезиса водоудерживающей способности почвы // В сб. «Материалы науч. сессии по итогам 2012 г.» СПб.: АФИ, 2013. – С. 161–166.

8. *Huang H.C., Tan Y.C., Liu C.W., Chen C.H.* A novel hysteresis model in unsaturated soil // *Hydrological Processes*. – 2005. – V. 19. – pp. 1653–1665.

Работа выполнена при поддержке РФФИ № 16-04-01473-а.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. В.В. Терлеевым.

УДК 631.615:574.4

СОДЕРЖАНИЕ ЦИНКА И МЕДИ В ПОЧВЕННОМ КОМПОНЕНТЕ БОЛОТНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ

Е.С. Гони́на, М.А. Савиных

Вятская государственная сельскохозяйственная академия, Киров,
gonina-elena@mail.ru

Природные биогеоценозы имеют сложное строение, и каждый их составной компонент играет свою особую роль в функционировании этой системы. Почва в любом биогеоценозе является одним из важнейших звеньев, особенно для растений. Значительную часть элементов питания растения получают именно из почвы, в том числе и так называемые биогенные элементы. Особую роль среди элементов этой группы играют цинк и медь. Цинк и медь входят в состав многих ферментов в организмах растений и животных, способствуют росту и развитию живых организмов. Содержание цинка и меди в почвах варьирует в широких пределах. Однако почвы многих регионов бедны этими элементами, а повышенное содержание их может свидетельствовать об антропогенном загрязнении. Среди известных типов почв особое место занимают почвы болот. Особенность этих природных систем в первую очередь заключается в строении почвенного компонента, который сложен из отложений остатков растений. В специфических условиях болотообразования (высокая обводненность, кислая среда и низкая аэрация) интенсивность жизнедеятельности микроорганизмов-разлагателей снижена. Растительные остатки напластовываются, образуя торфяную залежь. Торф, обладая высокими адсорбционными свойствами, способен аккумулировать вещества, которые приносятся атмосферными осадками и поверхностными и грунтовыми водами. В разных болотных системах содержание цинка и меди различно и зависит от видового состава растений-торфообразователей, режима водного питания и уровня грунтовых вод, подстилающих пород, современного состояния.

Кировская область расположена на востоке Европейской части России. Наибольшее распространение болота получили в северной, северо-восточной и центральной частях области, на низинных участках речных пойм и террас. Наиболее крупные болотные массивы к настоящему времени осушены и освоены. Целью работы является изучение поведения и накопления цинка и меди в болотных почвах Кировской области. На торфомассиве «Зенгинский» подстилающими породами являются аллювиальные и древнеаллювиальные отложения легкого гранулометрического состава, которые в свою очередь на разной глубине подстилаются карбонатными суглинками и карбонатами. Преобладающим типом торфообразования является низинный, но в центральных, наиболее глубоко залегающих частях месторождения встречаются смешанные и верховые участки. Территория торфомассива «Каринский» представлена расчлененным древне-дюнным песчаным рельефом. По характеру строения залежи и условиям торфообразования преобладают залежи торфа низинного типа. В настоящее время продолжается активное освоение данного торфомассива, значительная часть торфяной толщи снята. В результате исследований установлено, что на торфомассиве «Зенгинский» величина pH_{KCl} торфа здесь варьирует в пределах от 2.53...3.94 единиц на слабо осушенной неосвоенной части до 4.50...7.50 единиц на антропогенно трансформированных участках. Торф на торфомассиве «Каринский» имеет кислую реакцию среды – от 2.59 до 4.34 единиц pH . Как показали результаты исследований, на торфомассиве «Зенгинский» валовое содержание цинка варьирует от 0.16...2.60 мг/кг на контрольном участке (слабо осушенный неосвоенный участок болота) до 54.95...89.62 мг/кг на антропогенно трансформированных участках. Содержание валовой меди от 0.14...0.90 мг/кг до 33.00...34.00 мг/кг соответственно. Содержание валовых форм цинка в торфе торфомассива «Каринский» варьирует в пределах 4.2...62.0 мг/кг, содержание валовой меди – 3.7...22.0 мг/кг. На обоих обследованных торфомассивах на границе торфосодержащего и минерального горизонтов, прежде всего на осушенных и освоенных участках, отмечается увеличение концентрации валовых форм элементов.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. Л.Н. Шиховой.

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО
ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА НИТРИФИЦИРУЮЩУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ И
ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ оз. АТАМАНСКОЕ

А.В. Горовцов, Е.Ф. Астахова, А.С. Саламова, И.В. Замулина
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,
gorovtsov@gmail.com

Озеро Атаманское расположено в Каменском районе Ростовской области вблизи хутора Филлипенков и представляет собой высохшее старичное озеро, потерявшее связь с р. Северский Донец. Вследствие длительного промышленного химического загрязнения (территория загрязняется с 50-х годов XX века), в донных отложениях озера и почвах, примыкающих к нему территорий, наблюдается чрезвычайно высокая концентрация тяжелых металлов. В отдельных точках валовое содержание цинка было выше 600 ПДК, свинца 70 ПДК, мышьяка 60 ПДК, меди – 9 ПДК. Таким образом, в районе оз. Атаманского можно констатировать ситуацию экологического бедствия, связанную с длительным полиметаллическим загрязнением.

Целью данной работы было установить влияние загрязнения тяжелыми металлами на активность нитрификации в исследуемых почвах и донных отложениях.

Активность нитрификации оценивалась по методике [1], основанной на инкубировании почвы с субстратным раствором сульфата аммония в присутствии ингибитора второй стадии нитрификации – хлората натрия, или без него, что позволяло параллельно определять активность первой и второй стадий нитрификации. Для оценки влияния уровня загрязнения тяжелыми металлами на интенсивность нитрификации использовался непараметрический статистический критерий – ранговый коэффициент корреляции Спирмена.

По результатам исследований было установлено, что во всех случаях интенсивность первой стадии нитрификации выше. Это связано как с особенностями методики эксперимента, так и с тем, что в природных условиях две группы нитрифицирующих бактерий функционируют в тесной взаимосвязи и нитриты, являющиеся продуктами жизнедеятельности нитрификаторов первой группы, сразу же используются нитрификаторами второй группы, что предотвращает накопление этих токсичных анионов.

Наиболее высокий уровень нитрификации первой стадии составил 0.683 мкг N-NO₂/г абс. сухой почвы/ч в образцах почвы, отобранной

на пашне, где уровень загрязнения металлами не превышает ПДК. Высокие содержания тяжелых металлов в исследуемых объектах ведут к снижению интенсивности процесса нитрификации. В донных отложениях нитрификация была подавлена полностью, либо снижена (0.012–0.017 мкг N-NO₂/г абс. сухой почвы/ч), вследствие серьезного нарушения микробного сообщества. В одном случае отмечена нулевая активность второй стадии нитрификации при сниженной, но фиксируемой активности первой стадии, что говорит о процессе накопления нитритов в почвенном растворе.

Самым чувствительным показателем к повышенному содержанию металлов (As, Co, Pb, Cr, Zn, Cu, Ni) оказалась интенсивность нитрификации 2 стадии. При этом концентрация As была связана с данным показателем очень сильной, достоверной отрицательной корреляцией (–0.902). Сильные отрицательные корреляции отмечены для Pb и Co (–0.774 и –0.779 соответственно). С концентрацией Cr, Cu и Zn наблюдались достоверные отрицательные корреляции средней силы. Интенсивность нитрификации 1 стадии достоверно коррелировала с As, Pb, Co, Cr и на уровне тенденции с Zn и Cu.

Литература

Sauvé, S., Dumestre, A., McBride, M., Gillett, J. W., Berthelin, J., & Hendershot, W. (1999). Nitrification potential in field-collected soils contaminated with Pb or Cu. Applied Soil Ecology, 12(1), 29–39.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (РНФ) в рамках проекта № 16-14-10217.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Т.М. Минкиной.

УДК 631.465

ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В ПОЧВАХ РОСТОВСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Н.А. Димитрова, К.В. Чурсинова

Южный Федеральный Университет, Академия биологии и
биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону,
biogeolab@mail.ru

Почвенные биосистемы урбанизированных территорий подвергаются различным преобразованиям вследствие интенсификации человеческой деятельности. Разные внешние антропогенные факторы ока-

зывают различное влияние на активность почвенных ферментов, подавляя действие одних и стимулируя другие.

При оценке биологической активности почвы, как правило, используют ферменты, отвечающие за наиболее важные биохимические процессы, проходящие в почве. К ним можно отнести каталазу, уреазу, полифенолоксидазу (ПФО) и пероксидазу (ПО). Определение ферментативной активности проводилось в естественных и антропогенно-преобразованных почвах рекреационных, селитебных и промышленных зон города. Изменение активности каталазы измеряли газометрическим методом (Галстян, 1978). Исследования ферментативной активности уреазы проводили фотоколориметрическим методом по А.Ш. Галстяну (1978), а активность полифенолоксидазы и пероксидазы – фотоколориметрическим методом по Карягиной и Михайловой (1986).

При изучении почв различных зон землепользования выявилось, что наиболее высокая активность каталазы отмечена в верхних горизонтах. Каталаза в почве синтезируется по большей части аэробными микроорганизмами, численность которых, вероятно, снижается с глубиной в связи с уменьшением содержания кислорода в почве. Активность каталазы выше в верхних горизонтах почвенного профиля, так как в них наибольшее количество гумуса, то есть наибольшая интенсивность процессов трансформации органического вещества. Сравнивая распределение активности каталазы по профилю в черноземах под древесной растительностью и в урбостратоземах, можно отметить, что если в черноземах четко видны закономерности (увеличение активности ферментов в гор. А1 по сравнению с Аd и снижение в средней и нижней части профиля), то в антропогенно-преобразованных почвах четкой закономерности не наблюдается.

Результаты исследования уреазной активности почв показали, что скорость разложения мочевины в антропогенно-преобразованных почвах изменяется в диапазоне от 0.24 до 5.68 мг NH_4 на 10 г почвы за 24 часа. В почвах лесопарковой зоны активность уреазы колеблется примерно в том же диапазоне – от 0.03 до 5.57 мг NH_4 на 10 г почвы за 24 часа. Вероятно, такая низкая активность фермента обусловлена загрязнением почв, что и вызвало рост скорости разложения карбамида.

Полученные данные показали, что отношение ПФО к ПО неоднородно по профилю почв, как в черноземах лесополос и лесопарков, так и в антропогенно-преобразованных почвах. Наиболее сильно варьирует этот показатель оксидазной активности в почвах лесополос и лесопарков. Урбостратоземы характеризуются величиной коэффициента гумификации, превышающей единицу по всему профилю, что обуслов-

лено распространением высокой антропогенной нагрузки на весь почвенный профиль.

Литература

1. *Галстян А.Ш.* Ферментативная активность почв Армении. В.8. Ереван.1974. С.12–13.

2. *Карягина Л.А., Михайлова Н.А.* Определение активности полифенолоксидазы и пероксидазы // Вестник АН БССР. Серия с.-х. наук. 1986. № 2. С. 40–41. Серия 17, почвоведение. 1994. № 1. – С. 45–49.

Исследование выполнено в рамках внутреннего гранта ЮФУ с использованием оборудования ЦКП «Биотехнология, биомедицина и экологический мониторинг» и ЦКП «Высокие технологии» ЮФУ.

Работа рекомендована в.н.с., к.б.н. С.Н. Горбовым и проф., д.б.н. О.С. Безугловой.

УДК 631.43

ВЛИЯНИЕ ГОРОДСКОЙ ДОРОЖНОЙ ПЫЛИ НА КРИВУЮ ВОДОУДЕРЖИВАНИЯ ГОРИЗОНТОВ ПОЧВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

А.А. Дунаева

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
ana-dun@yandex.ru

Травяной покров для больших городов очень важен, так как он обеспечивает благоприятную экологическую обстановку, снижает загрязнение атмосферного воздуха. Для озеленения городских территорий, в том числе придорожных полос, создаются специальные почвенные конструкции. При их формировании очень важно обеспечить благоприятные почвенные условия для высаживаемых растений. Поэтому, как правило, используют различные по генезису почвенные горизонты для создания оптимальных условий питания, водно-воздушного баланса, обеспечения дренажа. Пыль, оседающая на почву придорожных полос, влияет на качество жизни, как растений, так и человека. Одно из ее действий направлено на изменение свойств поверхности твердой фазы почв, ее сорбционную и водоудерживающую способность, а, следовательно, на водный режим почв и доступность влаги для растений. Основной целью работы явилось изучение влияния дорожной пыли на основную гидрофизическую характеристику (ОГХ) почвенных горизонтов.

Были поставлены такие задачи, как: 1) провести анализ физических и химических свойств дорожной пыли; 2) создать в лабораторных условиях почвенные модели образцов разной степени загрязнения дорожной пылью; 3) получить кривые водоудерживания загрязненных и исходных образцов; 4) сравнить полученные кривые ОГХ, почвенно-гидрологические константы.

В исследовании использовались типичные субстраты, которые применяются для создания конструкторов: 1) А(пах) урбанозема г. Москвы, отобранный на территории почвенного стационара МГУ; 2) песок карьерный; 3) торф низинный, пакетизированный, обогащенный «Селигер»; 4) смесь, содержащая вышеперечисленные горизонты в определенных пропорциях. Пыль была собрана в Москве на Минской улице в июле 2015 года. Количество пыли, добавляемой в субстраты в условиях лаборатории, имитировала различную степень загрязнения. Получение кривых водоудерживания проводилось методами десорбции паров воды над насыщенными растворами солей (верхняя часть кривой ОГХ) и центрифугирования (нижняя часть кривой).

Было обнаружено, что произошло смещение кривых водоудерживания при добавлении городской пыли для различных почвенных горизонтов. В наибольшей степени изменения коснулись органогенных горизонтов, в наименьшей – песчаного субстрата. Расчет почвенно-гидрологических констант по кривым ОГХ показал, что дорожная пыль негативно влияет на свойства почвы. Основное действие загрязнителя – снижение доступной для растений влаги и сужение ее диапазонов. Сильнее влияние проявляется на образцах более тяжелого гранулометрического состава, на легких (песках) – воздействие слабее.

Работа рекомендована д.б.н., проф. А.Б. Умаровой.

УДК 631.48

НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЮЖНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ВОДОРАЗДЕЛОВ ВОЛГО-УРАЛЬСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

М.В. Елисеева

Оренбургский государственный университет, eliseeva_91@bk.ru

Геоморфологической особенностью Волго-Уральского междуречья является полярная (север–юг) асимметрия водоразделов, связанная с широтным простиранием речных долин. Северные склоны прямые и пологие, южные выпуклые и крутые. На всех трех элементах водораздельного ландшафта (склон южного направления, выровненная верши-

на и склон южного направления) формируются разные условия мезоклимата, от которого зависит состав растительности и ежегодно производимая фитомасса. Все перечисленные обстоятельства влияют на всю совокупность процессов почвообразования. Исследование почв водораздела явилось целью настоящего исследования. Объектом работы послужили южные черноземы карбонатные среднемощные тяжелосуглинистые на делювиально-элювиальных отложениях, сформированные под естественной растительностью. Установлено, что средняя мощность гумусового горизонта (A+AB) на склоне северного направления составляет 55 см, а на южной стороне – 43 см. Граница между гумусовым горизонтом и переходным волнистая на северном склоне и на плато и языковатая на склонах южного направления. Языковатость перехода связана с растрескиванием почвы в зимний период, и с роющей деятельностью почвенной мезофауны.

Запасы растительной биомассы, высота травостоя, число ярусов, проективное покрытие оказались выше на склоне северной экспозиции, что в первую очередь объясняется особенностями гидротермического режима. В растительных группировках склона северного направления доминирует ковыльно-типчачовая растительность, проективное покрытие ее составляет 75–80 %; на южных склонах наибольшее распространение получил полынно-ковыльно-типчачовый фитоценоз с проективным покрытием 60–65 %.

Содержание и запасы органического вещества почвы на северных склонах достигают максимальных для водораздела значений, что связано с результатом благоприятных гидротермических условий, относительно высокими запасами биомассы и ферментативной активностью черноземов этого склона в сравнении с противоположно направленным склоном и почвами водораздельного плато. Черноземы северного склона отличались от почв других элементов ландшафта и по лучшим качественным показателям гумуса.

Исследование гидротермического режима почв показало, что относительно большая влажность черноземов и высокие запасы продуктивной влаги наблюдались на «холодном» склоне северной экспозиции. Различия во влажности почв связаны с влиянием направления склона, когда почвы склоновых ландшафтов получают неодинаковое количество тепла из-за разного угла падения солнечных лучей на их поверхность. На южных в летние дни угол падения солнечного луча приближается к прямому, тогда как на противоположном они достигают поверхности под острым углом. Отсюда южный склон получает больше тепла и, как следствие, испарение на нем превышает поступление влаги с летними дождями.

Изучение водно-физических свойств показало, что северный склон обладает наилучшим структурным состоянием почвы, водопрочностью агрегатов, имеет большую водопроницаемость по сравнению с южным. Более высокие значения плотности почвы характерны для склона южной экспозиции, по сравнению с таковыми на склоне северной экспозиции. Это связано, во-первых, с обилием и видовым разнообразием травянистой растительности склона северной экспозиции, корневая система которых играет большую роль в разделении почвенной структуры на отдельные, создавая при этом комковатую структуру, во-вторых, важную роль играет инсоляционный фактор, который регулирует увлажнение и высыхание, нагревание и охлаждение почв.

Работа рекомендована д.б.н., проф. А.М. Русановым.

УДК 631.4

ВЛИЯНИЕ МОЩНОСТИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА ПОСТУПЛЕНИЕ ^{15}N В ПОЧВЫ ПОДТАЕЖНОЙ И ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОН ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Д.В. Еремеева¹, П.А. Никитич^{1,2}

¹Национальный исследовательский Томский Государственный
Университет

²Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск
eremeevadiana040294@gmail.com, polinkanick@mail.ru

Исследования, проводимые международной группой ученых, работающих по проблемам изменения климата, указывают на увеличение температуры в последние десятилетия на территории России. На фоне повышения температуры и сокращения площади морского льда в Северном полушарии наблюдается увеличение высоты снежного покрова, что в будущем предохранит почвы от промерзания. Прогнозируется, что почвенные процессы в зимнее время будут идти активнее, скорость и масштабы миграции и трансформации минеральных и органических веществ станут выше, и, следовательно, биогеохимические циклы элементов, в том числе азота, как важнейшего элемента питания растений, окажутся более интенсивными. Цель настоящего исследования – выявить влияние мощности снежного покрова на поступление изотопа ^{15}N в почвы.

Объектами исследований послужили чернозем миграционно-мицелярный и темно-серая почва, сформированные на лессовидных суглинках в Барнаульском Приобье, и серые лесные глееватые почвы на гли-

нистых отложениях Томь-Яйского междуречья, имеющие типичные для соответствующих типов и подтипов физико-химические характеристики.

В двух природных зонах – лесостепи (Барнаульское Приобье) и подтайге (Томь-Яйское междуречье) – был заложен многофакторный полевой опыт. В каждой природной зоне под лесной и разнотравно-злаковой растительностью в ходе эксперимента искусственно увеличивалась мощность снежного покрова, регистрировались температуры почвы в течение всего периода исследования для установления наличия или отсутствия промерзания почв, а также использовался метод стабильных изотопов (для определения содержания ^{15}N) и инкубационный метод (для изучения нитрификационной способности почв).

Установлено, что увеличение мощности снежного покрова в полевом опыте способствовало предохранению от промерзания почвы на лесном участке в лесостепной зоне, однако на луговом, несмотря на увеличенную мощность снегового покрова, температура почвы была несколько ниже нулевой отметки. В подтаежной зоне, как на лесном, так и на луговом участке почвы не подвергались сезонному промерзанию.

Определение содержания стабильного изотопа ^{15}N показало, что наибольшее его количество отмечается в почвах подтаежной зоны (28.9–35.19 ‰), что, вероятно, обусловлено более благоприятными условиями педоклимата и высокой интенсивностью процессов минерализации органических веществ. В лесостепной зоне увеличение мощности снежного покрова не оказало статистически значимого влияния на содержание ^{15}N . В подтаежной зоне в почвах лесного участка на вариантах с увеличенной мощностью снежного покрова (УСП) количество стабильного изотопа выше на всех глубинах на 0.8–6.0 ‰, чем на контрольных вариантах с естественным уровнем снега (К), тогда как на луговом участке закономерность была обратной, где под УСП, по сравнению с К, поступило азота меньше (на 0.2–3.5 ‰). Последнее, скорее всего, связано с более ранним прогреванием почвы на К.

Данные инкубационного опыта свидетельствуют о более высокой нитрификационной способности черноземов (3.59 мг/кг почвы под УСП и 4.36 мг/кг почвы на К на глубине 0–2.5 см), что в 1.5 раза выше, по сравнению с остальными почвами. В целом, высокое содержание нитратов является закономерным для черноземов и обусловлено оптимальной для процессов нитрификации реакцией почвенного раствора и более благоприятными биологическими факторами почвообразования по сравнению с серыми лесными почвами.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Е.В. Каллас.

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ г. СЕРПУХОВА
ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ И МЕТАЛЛОИДАМИ

И.С. Капустина

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
irinaskapustina@gmail.com

В крупных промышленных центрах, где природная среда и человек находятся под воздействием множества источников загрязнения, складывается наиболее опасная экологическая ситуация (Экологическая ситуация ..., 2000; Регионы и города России, 2014). В городах происходит наложение ареалов загрязнения производств, транспорта, муниципальных и других отходов, что приводит к формированию полиэлементных техногенных геохимических аномалий в депонирующих средах. Целью работы является оценка загрязнения поверхностного слоя почв г. Серпухова тяжелыми металлами и металлоидами (ТММ). В задачи работы входило: 1) определение химического состава выбросов основных отраслей промышленности и автотранспорта в городе; 2) оценка уровней содержания и пространственного распределения ТММ в поверхностных горизонтах почв; 3) оценка загрязнения почвенного покрова г. Серпухова ТММ.

Для решения этих задач летом 2016 г. проведена почвенно-геохимическая съемка г. Серпухова с шагом 450–600 м (Demetriades, Birke, 2015) и отбором 123 проб; 4 пробы отобраны на фоновой территории Приокско-Террасного заповедника. Содержание ТММ в пробах почв определялось во ВНИИ минерального сырья имени Н.М. Федоровского.

Проведено функциональное зонирование города, для отдельных зон составлены и проанализированы геохимические спектры почв, которые показали, что наибольшее накопление характерно для Cr, Cu, Zn, Cd, Pb, Ni, Sn, W, Sb, Bi. Эти элементы содержатся в выбросах предприятий машиностроения и металлообработки (W, Zn, Sb, Ni, Cr, Cu, Pb), пищевой (Cd, Cu, Ni, Cr, Pb, Zn), химической (W, Cd, Sb, Sn, Zn, Cu, Bi, Pb); легкой, текстильной и кожевенной отраслей (Sb, Sn, Pb, W, Cr) и автотранспорта (Cd, Zn, Pb, Ni, Cr, Cu, Sb).

Наиболее интенсивное загрязнение ТММ характерно для почв транспортной (цифры – коэффициенты накопления относительно фона) $\text{Cu}_{10.8}\text{Pb}_{8.3}\text{Zn}_{7.8}\text{Sn}_{7.7}\text{W}_{7.7}\text{Sb}_{6.4}\text{Ni}_{5.1}\text{Bi}_{4.9}\text{Cr}_{4.4}\text{Cd}_{3.4}$ (показатель суммарного загрязнения $Z_c = 56.6$) и селитебной зон с жилой застройкой городского типа $\text{Cu}_{10}\text{Cr}_{9.6}\text{Ni}_{4.9}\text{Zn}_{4.8}\text{Bi}_{4.8}\text{W}_{4.4}\text{Pb}_{3.8}\text{Sn}_{3.7}\text{Sb}_{3.4}\text{Cd}_{2.2}$ ($Z_c = 42.6$); менее ин-

тенсивное – селитебной зоны с жилой застройкой сельского типа $\text{Cu}_9\text{Zn}_{5.8}\text{Sb}_{5.7}\text{Pb}_{5.3}\text{Ni}_{5.1}\text{Sn}_{4.9}\text{W}_{3.8}\text{Cr}_{3.6}\text{Cd}_{2.3}\text{Bi}_{2.3}$ ($Zc = 39.1$). Почвы промышленной и рекреационной зон загрязнены слабее.

Так, в промышленной зоне аккумулируются $\text{Cu}_{7.1}\text{Ni}_{5.3}\text{Pb}_{4.6}\text{Sb}_{3.6}\text{Cr}_{3.6}\text{W}_{3.3}\text{Zn}_{2.9}\text{Sn}_{2.5}\text{Cd}_{1.6}\text{Bi}_{1.4}$ ($Zc = 26.8$), а в рекреационной $\text{Cu}_{5.1}\text{Pb}_{4.8}\text{Sb}_{4.2}\text{W}_{3.6}\text{Sn}_{3.3}\text{Bi}_{2.7}\text{Ni}_{2.7}\text{Zn}_{2.5}\text{Cr}_{2.2}\text{Cd}_{2.1}$ ($Zc = 25.1$).

На моноэлементных почвенно-геохимических картах выявлено несколько техногенных аномалий ТММ с очень опасной и чрезвычайно опасной экологической обстановкой, расположенных в северо-северо-западной, северо-восточной и южной частях города.

Анализ осредненного по функциональным зонам суммарного показателя загрязнения Zc выявил значительное увеличение загрязнения почв ТММ в транспортной и селитебной с городской застройкой зонах. Средняя по городу величина Zc составила 38, что свидетельствует об опасном экологическом состоянии почв. 16.9 % опробованных точек имеют низкий, неопасный уровень ($Zc < 16$); 39.8 % – средний, умеренно опасный ($16 < Zc < 32$); 30.5 % – высокий, опасный ($32 < Zc < 64$); 9.4 % – очень высокий, очень опасный ($64 < Zc < 128$); 3.4 % – максимальный, чрезвычайно опасный ($Zc > 128$) уровень загрязнения почв.

Литература

1. *Регионы и города России: интегральная оценка экологического состояния* / Н.С. Касимов, В.Р. Битюкова, С.М. Малхазова и др. М.: ИП Филимонов М.В., 2014. 560 с.

2. *Экологическая ситуация в городе Серпухове и перспективы ее улучшения* / Под ред. Ф.И. Хакимова, А.Ю. Поповой, А.С. Керженцева. М.: изд-во ПОЛТЕКС, 2000, 228 с.

3. *Demetriades A., Birke M. Urban Geochemical Mapping Manual: Sampling, Sample preparation, Laboratory analysis, Quality control check, Statistical processing and Map plotting.* EuroGeoSurveys, Brussels, 2015. 162 pp.

Работа рекомендована д.г.н., в.н.с. Н.Е. Кошелевой.

ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
ПОЛУГИДРОМОРФНЫХ И ГИДРОМОРФНЫХ СТРУКТУР
ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ВОРОНО-ЦНИНСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ
ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

М.М. Клещенко, Е.А. Левченко

Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва, mihias-84@inbox.ru

Действующая методика кадастровой оценки сельскохозяйственных земель России не учитывает структуру почвенного покрова как фактора качества их агроэкологических условий. В этой связи актуальна разработка показателей, количественно выражающих качество земель с учетом неоднородности почвенного покрова. Для этого может быть использован почвенно-экологический индекс (ПЭИ), рассчитанный для элементарных почвенных структур (ЭПС) с учетом их агроклиматических, почвенных и агрохимических условий. Значения ПЭИ отражают природный потенциал пахотных земель в баллах продуктивности сельскохозяйственных культур и позволяют в единой шкале сопоставлять агроэкологические условия земель разных регионов страны (Карманов, Булгаков, 2012).

Объект исследования – почвенный покров лесостепи Вороно-Цнинского междуречья Приволжской возвышенности, представленный гидроморфными, полугидроморфными и автоморфно-полугидроморфными группами ЭПС. Они приурочены, соответственно, к междуречному недренному, плакорному замедленно-дренируемому и плакорному типам местности. Слабопересеченный рельеф, а также тяжелосуглинистый и глинистый состав почвообразующих пород определили широкое развитие в пределах междуречья гидроморфных почв (лугово-черноземных, луговых), агроэкологические особенности которых связаны с проявлением избыточного поверхностного и грунтового увлажнения

Наибольшая контрастность агроэкологических условий свойственна гидроморфным группам ЭПС, представленным комплексами лугово-черноземных (46 %, ПЭИ = 61), лугово-черноземных выщелоченных (48 %, ПЭИ = 60), лугово-черноземных оподзоленных (2 %, ПЭИ = 63), луговых омергеленных (2 %, ПЭИ = 53) и влажно-луговых осолоделых (2 %, ПЭИ = 39) почв. Средневзвешенное значение ПЭИ комплекса составляет 53 балла, при коэффициенте контрастности 1.5 (отношение ПЭИ почвы с наибольшим баллом к почве с наименьшим баллом).

Полугидроморфная группа почвенных комбинаций представлена пятнистостями луговато-чернозёмных (49 %, ПЭИ = 71), луговато-чернозёмных выщелоченных (25 %, ПЭИ = 60), луговато-чернозёмных оподзоленных (24 %, ПЭИ = 63) почв с вкраплениями по днищам западин тёмно-серых лесных поверхностно-глееватых (2 %, ПЭИ = 42) почв. Средневзвешенный балл ПЭИ пятнистости равен 66 при коэффициенте контрастности 1.7.

Автоморфно-полугидроморфная группа плакорного типа местности представлена комплексом почв луговато-чернозёмных (59 %), луговато-чернозёмных выщелоченных (32 %), луговато-чернозёмных эродированных (7 %, ПЭИ = 51) и луговато-чернозёмных оподзоленных (2 %) почв со средневзвешенным ПЭИ равным 66 баллам и коэффициенте контрастности 1.4.

ПЭИ может быть уточнён с использованием аналитических почвенных показателей, количественно отражающих среднесуточную продолжительность поверхностного переувлажнения, в частности, коэффициента степени гидроморфизма (Степанцова, 2011).

Работа рекомендована к.г.н., доц. Д.Н. Козловым.

УДК 631.461:574.2

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ПОСТАГРОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ В ТУНДРОВОЙ ЗОНЕ

В.А. Ковалева

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар,
kovaleva@ib.komisc.ru

Исследования проводили в Воркутинском районе Республики Коми. Район исследования расположен в юго-восточной части Большеземельской тундры. Микробиологические исследования проводили на трех участках. Участок 1 – целинная (ненарушенная) ерниково-ивняковая моховая тундра. Почва: глеезем криометаморфический. Участок 2 – 46-летняя залежь. В 1965 г. после уборки крупного кустарника и многократного дискования почвы освоенный участок засеяли местными видами многолетних трав (мятлик луговой и лисохвост луговой) и внесли минеральные удобрения. Через три года после освоения луг забросили. Последние наблюдения показали, что растительное сообщество на этом участке представляет собой тундровый ивняково-ерниковый кустарничково-моховый фитоценоз, близкий по типу к целинной тунд-

ре, однако в отличие от целинной тундры полноценный мохово-лишайниковый ярус пока не оформлен. Почва: глеезем криометаморфический постагрогенный криогенно-ожелезненный. Участок 3 – 14-летняя залежь. Участок был освоен в 1965 г. аналогично участку 2 и находился в хозяйственном использовании около 35 лет. В настоящее время растительное сообщество формируется на основе самозаращения многолетнего сеяного мятликового луга. По фону мятликового травостоя отмечены многочисленные синусии злаков и разнотравья. В луговое сообщество активно внедряются тундровые ивы. Небольшими пятнами появляется моховой покров. Почва: Глеезем криометаморфический постагрогенный.

Результаты микробиологического анализа показали, что в профилном распределении выявлено резкое сокращение микроорганизмов на границе 12–14 см, основная их масса сосредоточена в органогенных слоях почвы. В минеральных слоях сохраняются стабильно низкие показатели численности микроорганизмов, исчезает грибной мицелий. Количественные показатели микробного сообщества почвы 46-летней залежи достоверно не отличаются от таковых в почве целинной тундры. В почве 16-летней залежи численность бактерий выше примерно в два раза, чем в целинной почве. А численность спор, наоборот, в два раза ниже. Мицелий распространен на большую глубину в почве, его длина в два раза больше, чем в почве ерnikово-ивняковой моховой тундры. В почвах всех трех участков основная доля в общей микробной биомассе принадлежит грибам по всему почвенному профилю. В верхних горизонтах в биоморфологической структуре микромицетов мицелий доминирует над спорами: в почве ерnikово-ивняковой тундры биомасса мицелия составляет 61 %, спор – 28 %, бактерий – 11 %; в почве 46-летней залежи биомасса мицелия – 60 %, спор – 26 %, бактерий – 14 %; в почве 14-летней залежи биомасса мицелия – 70 %, спор – 16 %, бактерий – 14 % от общей биомассы. Практически идентичное относительное содержание спор и мицелия грибов в общей биомассе ненарушенной почвы и почвы 46-летней залежи свидетельствует о сходстве почвенных микробных комплексов двух этих экосистем.

Таким образом, на данном этапе самовосстановления состав и структура почвенного микробного комплекса 46-летней залежи незначительно отличается от ненарушенной тундровой экосистемы. Полученные данные свидетельствуют о том, что в пятом десятилетии сукцессии постагрогенная экосистема находится на завершающем этапе преобразования. Установлено значительное сходство микробных комплексов по ряду показателей: состав и структура микробоценоза, профиль-

ное распределение численности и биомассы микроорганизмов, соотношение компонентов микробной биомассы.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта Комплексной программы УрО РАН № 15-12-4-45 «Функционирование и эволюция экосистем криолитозоны европейского северо-востока России в условиях антропогенных воздействий и изменения климата».

Работа рекомендована д.б.н., доц. Ф.М. Хабибуллиной.

УДК 631.92

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОВРЕМЕННЫХ И СРЕДНЕВЕКОВЫХ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПАХОТНЫХ ПОЧВ И КУЛЬТУРНЫХ СЛОЕВ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.А. Козина

Российский государственный аграрный университет – Московская
сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева

Цель работы заключалась: 1) В определении активной микробной биомассы, методом субстрат индуцированного дыхания (СИД), и оценке состоянии почвенных микробных сообществ с использованием метаболического коэффициента. 2) Определение живой микробной биомассы с помощью фосфолипидного анализа в современных и погребённых средневековых горизонтах аллювиальных пахотных почв и культурных слоях археологических памятников Московской области.

Исследовались образцы почвы легкого гранулометрического состава, отобранные из разреза, заложенного в 1000–1500 м от Звенигородской Биостанции МГУ им. М.В. Ломоносова. Почвенный профиль включал в себя: современный горизонт (0–48 см), аллювиальный горизонт (48–70 см, 70–93 см), средневековый горизонт (XVI век) (70–93 см), горизонт эпохи бронзы (3000 лет до н.э.) (120–130 см), горизонт эпохи энеолита (4000 лет до н.э.) (130–150 см).

По результатам определения активной микробной биомассы было установлено, что средневзвешенная активная микробная биомасса в пахотных палеогоризонтах эпох энеолита, бронзы и средневековья была в 1.5–2 раза выше, чем в аллювиальном горизонте не подвергавшемся проработке современным почвообразованием. Послойный анализ активной микробной биомассы показал, что верхние слои палеогоризонтов эпох энеолита и бронзы характеризовались в 7–14 раз более высокими величинами данного показателя относительно

нижних слоев. Последующие образования аллювиального наноса, по видимому, привело к тому, что в нижнем его слое развитие микробного сообщества было замедлено по причине достаточного быстрого привноса нового аллювиального материала. В верхнем слое аллювиального горизонта активность микробного сообщества достаточно высока, что может указывать на длительное функционирование данного сообщества при оптимальных условиях. Данный слой соответствует началу распашки почвы в эпоху средневековья. Последующие пахотные слои характеризуются практически в 1.5 раза меньшей величиной активной микробной биомассы, что могло быть связано с разрушением структуры почвы. Об этом же свидетельствует низкая устойчивость микробного сообщества. При этом доля активных микробных клеток в средневековом горизонте была в 3.5 и 2 раза выше, чем в палеогоризонтах эпох энеолита и ранней бронзы соответственно.

По результатам определения живой микробной биомассы были выявлены два максимума живой микробной биомассы: первый был приурочен к верхним залежным горизонтам, а второй максимум соответствовал эпохе энеолита и переходил в ранний бронзовый век. Пахотная почва эпохи средневековья характеризовалась существенным уменьшением живой микробной биомассы, как по сравнению с вышележащим аллювиальным горизонтом, так и по сравнению с горизонтами, вмещающими культурные слои более ранних эпох. Низкая величина живой микробной биомассы в средневековом пахотном палеогоризонте может объясняться малым ледниковым периодом (МЛП), который имел место в период от XII до XVI веков.

Данные этих методов являются очень четким и выразительным показателем измерения скоростей процессов в сезонной динамике, при изменении погодных условий, при загрязнении почв, внесении гербицидов в различных природных экосистемах.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. Е.Б. Таллером.

ИЗМЕНЕНИЕ КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ И БУФЕРНЫХ СВОЙСТВ
ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ
ДИАТОМИТА, ЦЕОЛИТА И БЕНТОНИТОВОЙ ГЛИНЫ

А.В. Козлов

Нижегородский государственный педагогический университет
имени Козьмы Минина, a_v_kozlov@mail.ru

Изменение кислотно-основного равновесия в почвенном поглощающем комплексе (ППК) под действием кремнийсодержащих пород, используемых в качестве удобрений, является одним из актуальных вопросов почвоведения. Ряд исследований свидетельствует о том, что внесение в почву цеолита, опок, трепелов и других материалов способствует повышению показателя pH_{KCl} и перераспределению катионно-анионного состава в ППК.

В связи с тем, что кремний и его соединения являются не только питательной составляющей сельскохозяйственных культур, но и конструктивными биогеохимическими веществами почвы, актуально познание их роли в формировании ППК и в оценке влияния высококремнистых пород на состояние кислотно-основного равновесия.

Проведена серия микрополевых опытов, заложенных в 2014–2015 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве Борского района Нижегородской области, по изучению влияния высоких доз (3, 6 и 12 т/га) кремнийсодержащих пород пролонгированного действия (диатомита, цеолита и бентонитовой глины) на состояние почвенной кислотности. В пахотном слое почвы определялись: обменная кислотность (pH солевой вытяжки) ионометрическим методом с помощью pH -метра МАРК-903 по ГОСТ 26483-85 и гидролитическая кислотность (H_T) по методу Каппена; повторность – четырехкратная.

Установлено, что как в первый (2015 г.), так и во второй (2016) год исследований показатель pH солевой вытяжки повышался в зависимости от дозы кремнийсодержащего материала. Минимальный рост этого показателя (на 0.11–0.13 ед. pH) отмечался в варианте с внесением диатомита в дозе 3 т/га, среднее увеличение (на 0.13–0.16 ед. pH) было установлено в варианте с внесением бентонитовой глины и наибольшее – при внесении цеолита (на 0.23–0.27 ед. pH).

Максимальное возрастание показателя pH_{KCl} отмечено при повышении дозы высококремнистых пород до 6 т/га. Так, в варианте с внесением диатомовой породы отмечалось наименьшее увеличение показателя pH_{KCl} (0.25–0.30 ед. pH), а при добавлении цеолита – наибольшее

(0.40–0.41 ед. рН по годам исследований). Однако при внесении кремнийсодержащих материалов в дозе 12 т/га значение рН солевой вытяжки не увеличивалось и имело несущественную разницу, по сравнению с величиной pH_{KCl} в вариантах с предыдущей дозой. Необходимо отметить, что практически во всех вариантах опыта данный показатель сильнее изменялся по отношению к контролю во второй год исследований.

В отличие от значений рН солевой вытяжки гидролитическая кислотность дерново-подзолистой почвы, претерпевшей двухлетнее взаимодействие с веществом кремнийсодержащих пород, наоборот, закономерно снижалась при внесении максимальной дозы. Прослеживалась аналогичная тенденция интенсивности изменения H_T в зависимости от породы. Так, при внесении диатомита снижение гидролитической кислотности составило 0.10–0.15 м-экв/100 г почвы по годам исследований, в вариантах с цеолитом – 0.32–0.34 м-экв/100 г почвы и при добавлении бентонитовой глины – 0.15–0.22 м-экв/100 г почвы соответственно в 2015 и 2016 годах. Подобно показателям обменной кислотности, величина гидролитической кислотности почвы также сильнее изменялись (снижались) во второй год исследований по отношению к первому.

Работа рекомендована зав. кафедрой «Почвоведение, агрохимия и агроэкология» ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина», д.с.-х.н., проф. А.Х. Куликовой.

УДК 631.417.2

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД НА ФРАКЦИОННО-ГРУППОВОЙ СОСТАВ ГУМУСА В УСЛОВИЯХ МНОГОЛЕТНЕГО ОПЫТА

Ю.В. Кондрашова

Сибирский федеральный университет, Красноярск,
yulya.kondrashova.00@mail.ru

Для детального изучения процессов взаимодействия и взаимовлияния основных компонентов лесного биогеоценоза и почвы в 1968 году сотрудниками Института леса и древесины СО РАН был заложен многолетний опыт с лесными культурами, созданными в одинаковых почвенно-экологических условиях. Культуры кедра (*Pinus sibirica*), ели (*Picea obovata*), лиственницы (*Larix sibirica*), сосны (*Pinus sylvestris*), березы (*Betula fruticosa*) и осины (*Populus tremula*) были высажены в 1971–1972 гг. 2–3 летними саженцами.

Цель работы – установление воздействия различных лесообразующих пород на фракционно-групповой состав гумуса темно-серых плантажированных почв в условиях многолетнего опыта.

Плантажированные темно-серые почвы модельного опыта южнотажной подзоны Средней Сибири по содержанию общего органического углерода классифицируются как высокогумусные (развиты под культурами ели), среднегумусные – под культурами сосны, лиственницы и кедра, низкогумусные – под культурами березы и осины. Почвы имеют мощность гумусово-аккумулятивного горизонта до 67 см. Распределение общего органического углерода носит аккумулятивный характер для почв, развивающихся под культурами осины, лиственницы, кедра, и элювиально-иллювиальный характер – для почв, развивающихся под культурами ели, березы и сосны. Соотношение основных компонентов гумуса исследуемых почв в верхнем горизонте составляет более 0.5 (табл.) и тип гумуса классифицируется как гуматно-фульватный. Исключением служат почвы, формирующиеся под культурами ели и березы, для которых $C_{тк}:C_{фк}$ составляет менее 0.5 и тип гумуса является фульватным. Среди гуминовых кислот значительную роль играет фракция 1, свободных и связанных с несиликатными полуторными оксидами, среди фульвокислот – фракции 1а и 1, свободных и связанных с несиликатными полуторными оксидами и связанных в почве с фракцией 1 гуминовых кислот, соответственно.

Установлено, что темно-серые плантажированные почвы характеризуются преимущественно гуматно-фульватным составом гумуса. Это обусловлено одинаковыми почвенно-экологическими условиями эксперимента. Увеличение доли фульвокислот в почвах, развивающихся под культурой ели происходит за счет роста мобильных форм железа и слабокислой реакции среды, создаваемой хвойным опадом. Подобная ситуация характерна для почв, развивающихся под березняком, в котором происходит сильное разреживание древостоя и заселение елью с прилегающего участка.

Работа рекомендована канд. геогр. наук, доц. И.В. Борисовой.

Таблица. Состав гумуса плантажированных темно-серых (ПТС) почв,
развивающихся под многолетними культурами, % от С_{общ.}

Почва*	Глубина, см	С общ, %	Фракции ГК				Фракции ФК							
			1	2	3	Сумма	1а	1	2	3	Сумма	ГК/ФК	ФК+ГК	Гумин
1	0.5–10	6.29	3.18	0.68	0.64	4.50	6.04	11.76	0.95	4.40	23.15	0.19	27.65	72.35
	10–30	2.65	9.81	1.51	1.51	12.83	9.06	19.62	6.79	11.32	46.79	0.27	59.62	40.38
2	0.5–22	3.62	9.94	2.21	1.10	13.25	8.29	4.97	16.02	7.18	36.46	0.36	49.71	50.29
	22–47	1.12	23.21	5.36	3.54	32.11	19.46	16.25	9.2	17.85	62.76	0.51	94.87	5.13
3	1–4	5.02	11.16	1.99	1.59	14.74	11.95	4.38	1.6	5.98	23.91	0.62	38.65	61.35
	4–16	1.80	24.44	2.22	2.22	28.88	26.67	6.66	1.12	16.7	51.15	0.56	80.03	19.97
4	1–45	3.51	3.41	2.28	5.70	11.40	4.81	11.40	1.71	2.30	20.22	0.56	31.62	68.38
5	0.7–47	5.22	9.96	0.76	1.53	12.25	9.19	3.45	1.53	4.29	18.46	0.66	30.71	69.29
	47–67	1.55	23.23	2.85	7.74	33.82	14.19	2.58	7.74	6.45	31.23	1.04	65.05	34.95
6	0.5–25	4.53	9.27	6.18	0.86	16.31	9.71	1.33	5.29	5.74	22.07	0.74	38.38	61.62
	25–40	2.77	9.39	1.44	1.44	12.27	7.94	1.45	0.72	7.22	17.33	0.71	29.60	70.40

* Примечание: 1 – ПТС слабоподзоленная почва под еловыми культурами; 2 – ПТС слабоподзоленная почва под березовыми культурами; 3 – ПТС глееватая почва под сосновыми культурами; 4 – ПТС глееватая почва под осиновыми культурами; 5 – ПТС почва под лиственничными культурами; 6 – ПТС глееватая почва под кедровыми культурами.

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ХАСЫРЕЕВ ЮЖНОЙ
ТУНДРЫ ПУР-ТАЗОВСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

Д.М. Кузьмина

Томский государственный университет, kuzmina.d.m.95@gmail.com

Экосистемы криолитозоны весьма чувствительны к глобальному потеплению климата. Увеличение температуры ведет к оттаиванию многолетних мерзлых пород, что активизирует термоэрозийные процессы, дренаж озёр и формирование хасыреев. Хасыреи – озерные котловины, образующиеся после сброса воды из термокарстовых озер. В арктической зоне Западной Сибири площадь хасыреев может достигать 40–50 % от водной поверхности озер (Кирпотин, Полищук, 2013). Экосистемы хасыреев Западной Сибири практически не изучены, в отличие от их аналогов на территории Восточно-Европейской равнины, Восточной и Северо-Восточной Сибири, для которых установлен феномен высокой продуктивности растительности в первые десятилетия после осушения. Хасыреи – уникальный объект с точки зрения оценки климатогенного потенциала продуктивности в условиях отсутствия трофического лимитирования растительных сообществ. В связи с этим, целью работы выбрана биогеохимическая оценка экологических условий в хасыреях южной тундры Западной Сибири (Тазовский район, Ямало-Ненецкий автономный округ).

Изучены хасыреи трех стадий развития, условно названные молодым, средним и старым. Молодой хасырей занят обводненными арктофилловыми и сухими вейниковыми лугами, для среднего характерна хвощево-осковая растительность, а старому соответствует пушицево-сфагновое сообщество. В пределах хасыреев проведено морфологическое изучение почв, в отобранных из них образцах определены стандартные показатели. Исследован видовой состав ценозообразователей и их надземная фитомасса. В почвенных растворах и водах остаточных водоёмов на дне хасыреев определены pH, электропроводность, содержание растворимого органического углерода (РОУ) и неорганического углерода (РНУ).

Исходные осушившиеся водоёмы являлись первичными довольно крупными (от 500 до 1000 м) озерами. Донные отложения в них, сформированные из продуктов абразии минеральных и торфяных берегов, представлены мощной (от 1 до 2 м) слоистой, торфяно-минеральной толщей, мощность которой в среднем уменьшается от центра водоёма к его берегам, что связано с постепенным расширением озерной котловины и меньшим возрастом отложений в ее краевых частях. Почвы фор-

мируются на двух основных типах донных отложений: 1) сложенные крупными слоями (толщина 5–20 см) с морфонами торфа, фрагментами древесной растительности и криогенными турбациями; 2) ритмичные пачки из тонких прослоев песка и переотложенного торфа (толщина прослоев первые сантиметры).

Для всех изученных образцов вод рассчитаны средние значения и стандартные отклонения ($M \pm Sd$) показателей для каждой из 3 стадий развития хасырея. Наибольшее содержание РОУ 27.1 ± 19.04 мг/л соответствует старому хасырею, для среднего оно составляет 25.9 ± 15.2 мг/л, для молодого – 23.6 ± 9.7 мг/л. По содержанию РНУ, в порядке убывания: средний (17.5 ± 26.7 мг/л), молодой (9.49 ± 12.21 мг/л), старый (4.10 ± 5.3 мг/л). По электропроводности: средний (142.1 ± 198.6 мкСм/см), молодой (68 ± 59.61), старый (43.2 ± 43.26). По оценке фитомассы продуктивность молодого (1.5 кг/м²) хасырея больше старого (0.38 кг/м²). Максимальные значения pH характерны для вод среднего (6.45 ± 0.53) хасырея, pH вод молодого хасырея занимает промежуточное положение (5.95 ± 0.86). Для старого хасырея характерны наиболее кислые воды, приближающиеся по величине pH (4.96 ± 0.85) к фоновым полигональным болотам.

Таким образом, естественная сукцессия экосистем хасыреев ведет к их олиготрофизации и снижению продуктивности через кратковременную стадию вспышки биотического потенциала в период отсутствия трофического лимитирования, связанного с включением в педогенез плодородных озёрных отложений.

Работа рекомендована к.б.н. С.В. Лойко.

УДК 574.4

ДИНАМИКА ЭМИССИИ CO₂ ПОЧВАМИ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЗВЕНИГОРОДСКОЙ БИОСТАНЦИИ МГУ

Ю.В. Куприянова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
факультет почвоведения, yuli4k.kupryanowa@yandex.ru

Лесной массив Звенигородской биостанции (ЗБС) представляет собой единый природный комплекс хорошо сохранившейся в естественном состоянии южной границы тайги, имеющий статус заказника [1]. Однако данная территория в течение всего года активно используется в рекреационных целях, почвы района задействованы в сельском хозяйстве. Известно, что в наземных экосистемах диоксид углерода атмосферы примерно на 25–40 % имеет почвенное происхождение [2].

Среди выделяемых в атмосферу потоков CO_2 его эмиссия с поверхности почв является одним из мощных источников углекислоты, поэтому даже незначительные нарушения почвенного дыхания в глобальном масштабе могут привести к серьезным изменениям концентрации CO_2 в атмосфере [3]. Это диктует необходимость детальных исследований эмиссии CO_2 почвами в первую очередь с учетом временной изменчивости на территории природного заказника ЗБС.

Измерение суточной и сезонной интенсивности выделения CO_2 проводили с поверхности почв камерным методом с помощью ИК CO_2 -газоанализатора AZ 7752. В качестве первоочередных объектов почвенно-экологического мониторинга были выбраны основные типы лесных биogeоценозов, расположенные на подзолистых, дерново-подзолистых почвах: сложный сосново-еловый разнотравно-кисличный лес, березово-еловый разнотравно-костянично-кисличный лес, липовый кислично-разнотравный лес.

Результаты трехлетнего мониторинга суточной и сезонной динамики эмиссии CO_2 в лесных биogeоценозах ЗБС продемонстрировали закономерные изменения потоков, а также их связи с температурой и влажностью в течение исследуемого периода. Суточный ход эмиссии CO_2 почвами разных типов лесных биogeоценозов имеет схожий характер: минимальные значения наблюдаются в утренние часы, максимальные – в послеполуденные часы при оптимальном сочетании температуры и влажности вследствие наибольшего прогревания верхнего слоя. К вечеру наблюдается спад интенсивности дыхания. Сезонная динамика типична для эмиссии CO_2 почвами умеренной зоны и характеризуется снижением ее интенсивности в 20–30 раз в ряду лето > осень $\geq$ весна > зима. В целом, сезонная динамика эмиссии CO_2 из почв определялась, главным образом, гидротермическими условиями. Значимые корреляционные связи интенсивности потока CO_2 и гидротермических условий обнаружили во всех типах леса.

Литература

1. *Копцик Г.Н., Владыченский А.С., Гаврилов В.М.* Организация почвенно-экологического мониторинга лесных экосистем Звенигородской биостанции МГУ // Труды Звенигородской биологической станции. Том 5. М.: Изд-во Московского университета, 2011а. С. 8–17.
2. *Смагин А.В.* Газовая фаза почв. М.: Изд. Московского ун-та. 2005. 300 с.
3. *Bouwman A.F., Germon J.C.* Special issue: Soils and climate change. Introduction // Biol. Fert. Soils. 1998. Vol. 27. P. 219.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Г.Н. Копцик.

ПОЧВЫ ПАМЯТНИКОВ ПРИРОДЫ
ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ ТОМСКОГО ПРИОБЬЯ

А.О. Курасова

Томский государственный университет, kurasovalina@gmail.com

На территории Томской области имеется 246 памятников природы федерального и областного значения. Одним из федеральных памятников является большое Васюганское болото (БВБ), которое включено в предварительный список Всемирного наследия ЮНЕСКО. Его общая площадь составляет 5.5 млн. га. Так как большая часть области занята таежными провинциями, среди областных памятников преобладают ландшафтные и ботанические, в частности, кедровые леса, развитые в различных зонах на породах, отличающихся по гранулометрическому составу. Кроме того, большую роль играет уровень грунтовых вод и степень их минерализации. Таежная зона Западной Сибири, наряду с другими обширными исследованными пространствами, в 1930 году была описана в монографии крупнейшего ученого в области геологии, геоморфологии и почвоведения Р.С. Ильина, в том числе территории, обследованные нами в летний период 2016 года, а именно Куташевский и Нарымский кедровники, в то время связанные с его научной деятельностью.

Изученные нами объекты: Нарымский кедровник, находящийся на второй террасе реки Оби на границе средней и южной тайги с кустарничково-зеленомошным покровом, сформированный на подзолистых иллювиально-железистых, иллювиально-железисто-гумусовых, псевдофибровых почвах, развитых на породах супесчаного гранулометрического состава с преобладанием фракции крупного и среднего песка; Куташевский кедровник, расположенный в пределах подтайги на первой надпойменной террасе реки Ушайки, характеризуется близким уровнем залегания минерализованных грунтовых вод, суглинистым гранулометрическим составом, злаково-разнотравным наземным покровом. Почва дерново-глеевая контактно-глееватая, так как нижняя часть профиля имеет более тяжелый гранулометрический состав.

Традиционно считается, что под темнохвойной растительностью почвы оподзоленные, но как установлено нашими исследованиями оподзоливание может быть слабым или не проявляется вообще. Так, в почве Куташевского кедровника, вследствие влияния минерализованных грунтовых вод, реакция среды в верхних горизонтах нейтральная, а в нижних – слабощелочная, мощность гумусового горизонта больше 40 см. Поскольку в пределах таежных территорий типоморфным элементом является железо, присутствующее в изученных почвах в разных формах и

количествах, одной из основных задач проведенного исследования было установление поведения его подвижных форм в зависимости от гранулометрического и минералогического состава. Новообразования железа представлены в различных формах: в таежной зоне в виде псевдофибров, а в подтайге в виде трубчатых ортштейнов. В различных частях профиля его содержание может достигать в песчаных ожелезненных горизонтах – 0.230–0.252 %, а в трубчатых ортштейнах – 0.425 %. Кроме того, в подтаежной зоне широко распространены новообразования карбоната кальция. Иногда это массивные отложения, как например, в Таловских чашах, одном из интереснейших памятников природы Томской области, активно посещаемых туристами, где на расстоянии нескольких десятков метров гидроморфные почвы, насыщенные карбонатами, сменяются зональными дерново-подзолистыми. Распространены и псевдоморфозы карбоната кальция по растительным тканям.

Таким образом, на примере подтайги мы наблюдаем влияние геогенных факторов (рельеф, почвообразующие породы, уровень грунтовых вод и степень их минерализации) на пестроту почвенного покрова.

Работа рекомендована к.б.н., доц., Л.И. Герасько.

УДК 631.43

РАСЧЕТ ПЕРВИЧНОЙ ДЕСОРБЦИОННОЙ И ВТОРИЧНОЙ СОРБЦИОННОЙ ВЕТВЕЙ ПЕТЛИ ГИСТЕРЕЗИСА ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ

В.А. Лазарев, Р.С. Гиневский, И.Ю. Гусева

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
lviktor.97@mail.ru

При моделировании гидрофизических свойств почвы существует проблема их теоретического обоснования [1, 2]. На кафедре «Водохозяйственное и гидротехническое строительство» СПбПУ предложено теоретическое обоснование этих свойств в рамках представлений о строении порового пространства почвы и явлении капиллярности почвенных пор; построена соответствующая математическая модель [3, 4]. На основе данной модели разработана компьютерная программа «HYSTERESIS» [5].

Цель исследования – оценка точности прогнозных (экстраполирующих) расчетов сканирующих (первичной десорбционной и вторичной сорбционной) ветвей петли гистерезиса водоудерживающей способности почвы.

Идентификация параметров модели осуществлена по экспериментальным точкам главных (десорбционной и сорбционной) ветвей петли гистерезиса водоудерживающей способности песчаной почвы [6] с применением программы «HYSTERESIS» и оптимизирующего алгоритма Левенберга-Марквардта. Для верификации модели далее с использованием идентифицированных параметров выполнены прогнозные (экстраполирующие) расчеты первичной десорбционной и вторичной сорбционной ветвей петли гистерезиса водоудерживающей способности исследуемой почвы.

По спрогнозированным и измеренным [6] ординатам точек первичной десорбционной и вторичной сорбционной ветвей гистерезисной петли (значениям объемной влажности почвы) рассчитан коэффициент прямолинейной корреляции $R = 0.995$: он свидетельствует о достаточно высокой прогностической (экстраполирующей) точности верифицированной модели гистерезиса водоудерживающей способности почвы.

Выводы. Верифицированная модель физически адекватна описываемому явлению, а компьютерная программа, разработанная на основе данной модели, позволяет осуществлять прогнозные (экстраполирующие) расчеты сканирующих ветвей петли гистерезиса водоудерживающей способности песчаной почвы с достаточно высокой точностью.

Литература

1. *Полуэктов Р.А., Терлеев В.В.* Моделирование водоудерживающей способности и дифференциальной влагоемкости почвы // *Метеорология и гидрология*. – 2002. – № 11. – С. 93–100.
2. *Terleev V.V., Mirschel W., Wenkel K.O., Schindler U.* Estimation of soil water retention curve using some agrophysical characteristics and Voronin's empirical dependence // *International Agrophysics (Lublin)*. – 2010. – V. 24. – No 4. – PP. 381–387.
3. *Терлеев В.В., Топаж А.Г., Мишель В., Гурин П.Д.* Моделирование водоудерживающей способности почвы на основе представлений о капиллярном гистерезисе и логнормальном распределении пор по размерам: теория // *Агрофизика*. – 2014. – № 1 (13). – С. 9–19.
4. *Гурин П.Д., Терлеев В.В.* Использование логнормального распределения эффективных радиусов почвенных капилляров для моделирования водоудерживающей способности почвы // *Сб. «XL НЕДЕЛЯ НАУКИ СПбГПУ»*. СПб.: СПбГПУ, 2011. – С. 319–321.
5. *Терлеев В.В., Топаж А.Г., Гурин П.Д.* Программа «HYSTERESIS» для расчета сорбционных и десорбционных ветвей петли гистерезиса водоудерживающей способности почвы // *В сб. «Материалы науч. сессии по итогам 2012 г.»* СПб.: АФИ, 2013. – С. 161–166.

6. Huang H.C., Tan Y.C., Liu C.W., Chen C.H. A novel hysteresis model in unsaturated soil // Hydrological Processes. – 2005. – V. 19. – pp. 1653–1665.

Работа выполнена при поддержке РФФИ № 16-04-01473-а.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. В.В. Терлеевым.

УДК 631.4

МИГРАЦИЯ НАНОЧАСТИЦ В ТЕКСТУРНО-ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ ПОЧВАХ

С.В. Лойко

Томский государственный университет, s.loyko@yandex.ru

Изучено поведение наночастиц (НЧ) никеля и платины в текстурно-дифференцированных почвах подтайги юго-востока Западной Сибири. Используемые НЧ имели медианный диаметр ≈ 6 нм. Концентрация используемой суспензии НЧ составляла 10 мг/л. НЧ можно рассматривать в качестве модельного вещества, поведение которого аналогично поведению почвенного тонкодисперсного материала.

Установлено, что в супесчано(50)-легкосуглинистой дерново-подзолистой почве в радиальной миграции участвуют 100 % внесенных НЧ никеля и не менее 71 % НЧ платины. Остальные НЧ платины либо ушли ниже глубины отбора образцов, либо переместились по латерали над водоупорным текстурным горизонтом. За один акт пролива НЧ проникли на глубину более 50 см. Результаты, полученные на суглинистых почвах, оказались резко отличными. Так, в светло-серой средне(45)-тяжелосуглинистой почве 18 % НЧ платины мигрировало в радиальном направлении, а в сопряженной серой среднесуглинисто(60)-глинистой почве – лишь 9 %, остальные НЧ смещались в латеральном направлении. Глубина проникновения составила 70–100 см. Сравнение результатов опытов на супесчаных и суглинистых почвах показывает, что на последних перемещение НЧ внутри ландшафта потенциально может происходить на большие расстояния, в супесчаных же почвах НЧ сорбируются в пределах педона точки внесения.

Ещё один опыт был выполнен на серых среднесуглинисто(60)-глинистых почвах, которые среди изученных почв отличаются наиболее длительно существующей в течение года верховодкой, соответственно, должны быть и максимальные показатели латеральной миграции НЧ. Суспензию НЧ платины вносили на поверхность почвы весной. В латеральной миграции участвовало более 65 % от внесенных НЧ. Макси-

мальное зафиксированное расстояние перемещения платины составило 4.7 м в диапазоне глубин 50–60 см.

Объем и дальность переносимого тонкодисперсного материала увеличивается с уменьшением плотности и увеличением числа прямых пор. Так, например, горизонты АУ чаще обладают большей удерживающей способностью, чем залегающие ниже горизонты АЕL, несмотря на большую плотность последних. Значительным же ограничителем для миграции НЧ является наличие в горизонте карбонатов. Также установлено, что перенос НЧ в почвах возможен с током капиллярных вод в любых направлениях.

Получены расхождения между результатами полевой и экспериментальной диагностики процессов переноса тонкодисперсного материала. Горизонты, обогащенные кутанами, обладали низкой проводимостью НЧ. Почвы, имеющие больший балл иллювиирования, показали худшие результаты радиального переноса, вместе с тем в них выше процент латерально мигрирующих НЧ. Это свидетельствует о том, что процесс иллювиирования является замедляющимся, за счёт кольматажа пор. По мере кольматирования средней части профиля может усиливаться роль процессов латерального переноса коллоидов.

Процессы миграции и сорбции НЧ связаны с дифференциацией свойств почвенных профилей. Значительную роль при определении миграционной способности НЧ играют как их природа, размер, способность к агрегации и комплексообразованию, так и почвенные характеристики: органическое вещество, гранулометрический состав, плотность, физико-химические показатели, влажность, гидрологические константы и др. Установлена обратная корреляция между концентрацией платины в опытных почвах и их плотностью с $R^2=0.67$.

Таким образом, изученные НЧ показали хорошую миграционную способность, в меньшей степени – никеля, в большей – платины. В ходе однократного поверхностного пролива они способны проникать на глубины более 1 м, как с гравитационной, так и с капиллярной водой. За один акт обильного увлажнения коллоиды способны мигрировать в почве на глубину 1 м, а в латеральном направлении до 5 м с надиллювиальной верховодкой.

Работа рекомендована д.б.н., проф. С.П. Кулижским.

СТРУКТУРА ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ХАСЫРЕЕВ
ТЕРРИТОРИИ НЯДАВСКИХ ОЗЕР (ТАЗОВСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

И.В. Маслаков

Санкт-Петербургский государственный университет,
maslackov.ilya@yandex.ru

Нядавские озера расположены на Тазовском полуострове в междуречье среднего течения рек Нгарка-Паёлаваяха и Таркатёдаяха. Для водного комплекса характерно большое количество озёр разного размера и конфигурации. При этом на этой территории большие площади заняты хасыреями. Хасыреи – котловины спущенных озёр. В условиях вечной мерзлоты границы хасыреев являются хорошими геоморфологическими индикаторами поверхности и легко дешифрируются на аэрофото- и космоснимках. Хасыреи имеют ярко выраженный замкнутый контур, иногда вдоль этого контура дешифрируются водные объекты в виде узких ниточных форм или последовательного комплекса термокарстовых просадок заполненных водой. Для системы котловин хасыреев анализируемой территории характерно значительное разнообразие структур, различающихся как по характеру растительности, почвенного покрова, так и по особенностям нано- и микрорельефа поверхности. Почвенный покров на хасыреях сформирован на озерно-песчаных отложениях и отличается степенью заторфованности котловин с озёрками и буграми пучения. На исследуемой территории встречаются три типа хасыреев, отличающихся по структуре почвенно-растительного покрова.

Первый тип хасыреев представляет собой сочетание мочажинно-го мелкоосоково-сфагнового с редкими буграми средней величины болота (бугры – осоково-кустарничковые с *Carex rotundata* *Betula nana* и *Vaccinium uliginosum*, мочажины – осоковые сфагновые с *Eleocharis palustris*, *Eriophorum polistachion* и *Sphagnum compactum*) с торфяными олиготрофными почвами и крупноосоково сфагнового болота с *Carex aquatilis*, *Eriophorum vaginatum* и *Sphagnum lenense* с торфяными эуτροφными почвами на озерно-песчаных отложениях.

Второй и третий типы хасыреев – это заторфованные котловины. Во втором – встречаются различные типы торфяных болот, в основном это бугристые торфяники. По структуре почвенно-растительного покрова этот тип хасыреев представлен сочетанием комплексного плоскобугристо-мочажинного болота (на буграх – ерничково-багульничково-лишайниковое с *Betula nana*, *Ledum palustre*, *Rubus chamaemorus*, *Cetraria cucullata*, *C. Islandica* в мочажинах – осоково-сфагновое с *Carex*

rotundata, *Eriophorum angustifolium*, *Sphagnum compactum*) с торфяно-глееземами и торфяными эутрофными почвами и мочажинного со среднебугристо-западинными буграми болота (мочажины – осоково-моховые с *Eriophorum polistachion* и *Sphagnum balticum* бугры – багульничково-лишайниковые с *Ledum palustre*, *Cladonia sylvatica*, *C. Rangiferina* и *C. Stellaris*; западины – ерничково-моховые с *Betula nana* и *Sphagnum balticum*) с торфяными эутрофными и олиготрофными почвами.

По структуре почвенно-растительного покрова третий тип хасыреев представлен сочетанием трещиновато-валико-вогнуто-полигонально-мочажинного болота, с гидролакколитами (буграми пучения – булгуньяхами) со среднебугристо-трещиноватым комплексом (бугры: кустарничково-лишайниковые с *Betula nana*, *Dicranum elongatum* и *Cladonia rangiferina*; трещины: кустарничково-моховые с *Betula nana*, *Dicranum elongatum* и *Sphagnum balticum*) почвенный покров представлен комплексом олиготрофных и эутрофных торфяных почв разной мощности.

Итак, на территории Нядавских озер встречаются несколько типов хасыреев, их главной особенностью является несимметричное расположение почвенно-растительных комплексов относительно центра контура хасырея и наличие большого количество мелких котловин заполненных водой.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Г.А.Касаткиной и с.н.с. НИЦЭБ РАН Н.В. Кобелевой.

УДК 631.427; 574.42

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ТУНДРОВЫХ ПОЧВ ПОСТПИРОГЕННОГО РЯДА

М.Н. Маслов¹, Л.А. Поздняков¹, О.А. Андреева¹, Е.И. Копеина²

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

²ПАБСИ имени Н.А. Аврорина КНЦ РАН, г. Кировск,
maslov.m.n@yandex.ru

Увеличение частоты возникновения и необыкновенно большие площади пожаров, наблюдающиеся в последние десятилетия в субарктической тундре, указывают на то, что огонь становится важным фактором, регулирующим функционирование этих экосистем. Однако последствия тундровых пожаров до сих пор остаются малоизученными. В своей работе мы оценили изменение экологических функций тундровых почв на разных стадиях постпирогенного самовосстановления с точки

зрения их экосистемообразующей и геохимической (депонирование/мобилизация соединений С и N) функций.

В 2016 г. в Хибинском горном массиве исследовались горно-тундровые экосистемы постпирогенного ряда с разным сроком восстановления после пожара: 2 года (пожар 2014 года), 3 года (пожар 2013 года), 12 лет (пожар 2004 года), 12 лет по гари 60-лет (пожар 2004 года по гари ориентировочно 1955 года) и 60 лет (пожар 1955 года).

Установлено, что постпирогенные сообщества наследуют флористический состав предшествующих фитоценозов и относятся к ассоциации *Arctoo–Empetretum hermaphroditii*, последовательно проходя фазы от доминирования мхов до восстановления доминирования кустарничков. По мере восстановления фитоценозов в них возрастает общее проективное покрытие растений, а также восстанавливается доминирование лишайников. Тем не менее, даже через 60 лет растительные сообщества сохраняют следы пирогенного воздействия, что проявляется в высоком по сравнению с контрольными фитоценозами проективном покрытии травянистых растений, прежде всего, *Chamaenerion angustifolium*, и листостебельных мхов (преимущественно *Polytrichum juniperinum*).

Запасы надземной фитомассы в фитоценозах восстанавливаются только через 60 лет после пожара. Исходя из низких темпов прироста фитомассы на гарях, можно прогнозировать медленное восстановление стока углерода в постпирогенных экосистемах. Запасы мортмассы не восстанавливаются полностью даже через 60 лет после пожара.

Содержание углерода и азота микробной биомассы в поверхностных горизонтах почв постпирогенного ряда закономерно возрастает при увеличении срока самовосстановления экосистемы после пожара. Значимые различия с контролем зафиксированы только для почвы двухлетней гари, что свидетельствует о достаточно быстром заселении гарей микробиотой.

Пирогенные потери почвенного углерода составляют не менее 25 %, а пирогенные потери почвенного азота – не менее 25–30 % от первоначальных запасов элементов. При самовосстановлении экосистем после пожара происходит постепенное увеличение почвенных запасов углерода и азота. Уже через 12 лет после пожара запасы элементов в пирогенных почвах не отличаются от запасов в контрольных почвах, однако рост запасов С и N в постпирогенных почвах наблюдается в основном за счет увеличения вклада минеральных горизонтов. Если рассматривать только органогенные горизонты почв – восстановление запасов С и N в них происходит медленно и достигает контрольных значений только через 60 лет после пожара. В экосистеме 60-летней гари

запасы углерода и азота превышают запасы в контрольных почвах, что может быть обусловлено прохождением стадии моховой и травяной растительности в ходе сукцессии.

Исследованные почвы отличаются крайне низкой скоростью образования метана, азотфиксации и денитрификации (в т.ч. и потенциальными). Преимущественным потоком С в почвах является аэробное окисление с образованием CO_2 , при этом в первые годы после пожара наблюдается снижение эмиссии $\text{C}-\text{CO}_2$ почвами до 377–525 мг $\text{C}/\text{м}^2/\text{сутки}$ по сравнению с контрольными почвами (1115–2736 мг $\text{C}/\text{м}^2/\text{сутки}$).

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 16-34-00060 мол_а).

Работа рекомендована к.б.н., доц. Л.Г. Богатыревым.

УДК 631.416

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО КАРБОНАТНОГО НА ТЕРРИТОРИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ЮФУ

В.А. Матюгин, А.К. Шерстнёв

Южный федеральный университет,

Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского,

Ростов-на-Дону, Россия, vlad.matyugin@mail.ru

Элементный состав почв является первой и необходимой химической характеристикой почв, на которой базируется понимание свойств почв, их генезиса и плодородия. Без знания элементного состава почв глубокие почвенно-химические исследования невозможны.

На территории Ботанического сада ЮФУ был заложен разрез на черноземе обыкновенном карбонатном мощном тяжелосуглинистом на желто-бурых тяжелых суглинках, и отобраны образцы через каждые 5 см по всему профилю почвы. Определение химического состава в этих образцах проводили на приборе «Спектроскан МАКС-GV». Определялось валовое количество следующих элементов: Ti, V, Cr, MnO, Fe_2O_3 , Co, Ni, Cu, Zn, As, Sr, Pb, CaO, Al, Si, P, K, Mg (для макроэлементов был применен перерасчет на оксиды). На основе данных о содержании элементов в почве были посчитаны коэффициент выноса-накопления по Роде, коэффициент миграции по Ф.Я. Гаврилюку и определен тип выветривания по Зонну [1], что позволило дать достаточно полную характеристику исследуемой почвы.

Были сделаны следующие выводы:

1. распределение Al_2O_3 , K_2O , TiO_2 и V по профилю имеет равномерный характер, что характерно для черноземов;

2. наблюдается небольшое равномерное уменьшение вниз по почвенному профилю для Fe_2O_3 и Cr;

3. распределение SiO_2 в профиле почвы характеризуется в верхней и средней части профиля более высоким содержанием по сравнению с нижней частью и породой, что связано с миграцией илистых частиц вниз по профилю и, соответственно, относительным увеличением доли оксида кремния в верхней части;

4. уменьшение вниз по профилю наблюдается для таких элементов, как Ni, Zn, Pb, Mn;

5. небольшое накопление в нижней части горизонта отмечено для Co, Cu, MgO;

6. значительное накопление вниз по профилю наблюдается для CaO, в целом распределение кальция и магния в почве говорит о выщелачивании этих элементов из верхней части профиля и накоплении их в горизонтах АВ, В₂ и В_{св} в виде карбонатов кальция и магния, последствия этого процесса мы наблюдали при описании разреза и отборе образцов (наличие белоглазки и мицелия);

7. фосфор поступает с поверхности и относительно равномерно распределяется по профилю благодаря жизнедеятельности почвенных животных и микроорганизмов; содержание фосфора и марганца несколько выше в верхней части профиля вследствие биогенного накопления;

8. аккумуляция свинца и мышьяка в верхнем горизонте профиля исследуемой почвы говорит о поступлении этих элементов из атмосферы;

9. значительное увеличение содержания Sr в нижней части профиля и, особенно, в породе обусловлено особенностью высококарбонатных пород, их обогащенность этим элементом была отмечена в свое время еще А.И. Перельманом [2].

Литература

1. Безуглова О.С., Сборникова И.Г. Методические указания к самостоятельной научно-исследовательской работе студентов и лабораторно-практическим занятиям по курсу «Химические свойства почв и методы их исследования» к разделу «Валовой анализ почв». Часть 2. Ростов н/Д.: УПЛ РГУ, 1991. 21 с.

2. Перельман А.И. Геохимия элементов в зоне гипергенеза. М.: Недра, 1972. 288 с.

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.С. Безугловой

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ ДИСТАНЦИОННОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ПОЧВЕННЫХ КАРТ
ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ
НЁЛЯКО-СОБЕТЬЯХАТАРКА (ТАЗОВСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

В.В. Мишаров

Санкт-Петербургский государственный университет,
ivlad.mish@gmail.com

Тазовский полуостров расположен в зоне сплошного развития мерзлоты: там, где породы, слагающие верхнюю часть осадочной толщи, находятся в многолетнемерзлом состоянии. Здесь распространены мерзлотные явления в виде морозобойного растрескивания, пучения и термокарста. Территория, прилегающая к нижнему течению реки Нёляко-Собетьяхатарка, находится в центральной части Тазовского полуострова.

Использование материалов дистанционного зондирования при составлении почвенных карт в виде аэрофотоснимков М 1:10 000 базируется на том, что: 1) хорошо видна мозаика растительного покрова, ее контурные очертания; 2) в тундровой зоне комплекс почвенного покрова практически полностью соответствует структуре растительности.

В результате анализа материалов дистанционного зондирования и полевого исследования растительного и почвенного покрова в районе левобережья нижнего течения реки Нёляко-Собетьяхатарка было выделено шесть типов комплексов почв.

1. Трещиновато-полигональная тундра. Полигон выделяется светлым тоном, имеет округло-вытянутую форму. Трещина не крупная, более темная. Полигон занимает 80 %, трещина 20 %. Почва – комплекс песчаного и супесчаного подбур на полигонах с подзолом грубогумусированным мерзлотным в трещинах.

2. Полигонально-трещиновато-пятнистая тундра. Полигон имеет округло-вытянутую форму, более темную окраску, чем трещина, за счет формирующихся на нем пятен пучения. Полигон 80 %, трещина 5 %, пятно 15 %. Почва – комплекс песчаного и супесчаного подбур на полигонах с глееземом криогенно-ожелезненным в трещинах и песчаным и супесчаным подбуром турбированным в пятнах пучения.

3. Среднебугристо-мочажинное болото. Рисунок выделяется достаточно четко. Светлые бугры, более темные широкие мочажины. Бугры 80 %, мочажина 20 %. Почва – комплекс болотных торфяных почв на выпуклых буграх и аллювиальных серогумусовых глееватых в межбугорных понижениях.

4. Трещиновато-полигональное болото. Рисунок очень четкий – темные, крупные, глубокие трещины. Полигоны – квадратной и вытянутой формы. Полигон 85 %, трещина 15 %. Комплекс торфяных эутрофных мерзлотных почв на бугорковатых буграх и валиках с глееземом грубогумусированным криогенно ожелезненным в трещинах.

5. Трещиновато-полигональное болото с блюдцами воды. Рисунок ясный, четкий. Полигоны преимущественно вытянутые. Трещины тонкие, занимают 10 %, тон темнее полигона. На полигонах по темному тону ясно выделяются понижения, заполненные водой. Почва – комплекс торфяных эутрофных мерзлотных почв на бугорковатых буграх и валиках с глееземом грубогумусированным криогенно-ожелезненным в трещинах, с аллювиальными серогумусовыми глееватыми почвами в мочажинах.

6. Плоскобугристо-мочажинное болото. Рисунок размытый. Бугры плоские, вытянутой зигзагообразной формы, занимают 90 % площади. Мочажины от светло-темного до глубоко-темного тона, преимущественно залитые водой 10 %. Почва – комплекс глеезёмов торфянистых криогенно-ожелезнённых на плоских буграх и глеезёмов торфяных в мочажинах.

Итак, при составлении крупномасштабных почвенных карт тундровой зоны аэрофотоснимки, отдешифрованные по растительному покрову, являются их контурной основой, а в легенде типы почв представляют комплексы, зависящие от мерзлотных форм рельефа.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Г.А. Касаткиной и с.н.с. НИЦЭБ РАН Н.В. Кобелевой.

УДК 631.416.8(9)

ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ СОЕДИНЕНИЙ CU И RB ПОЧВОПОДОБНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В УСЛОВИЯХ МНОГОЛЕТНЕЙ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Д.Г. Невидомская, Т.В. Бауэр, К.Р. Уразгильдиева
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,
dnevidomskaya@mail.ru

Разработка месторождений цветных металлов сопровождается возникновением геотехнических систем, характеризующихся коренной трансформацией миграционных циклов вещества и энергии в депонирующих средах. «Карабашмедь» – крупнейший медеплавильный промышленный комплекс на Южном Урале, являющийся лидером россий-

ской цветной металлургии. С 1910 года в окрестностях города Карабаш Челябинской области происходит добыча и переработка медных руд. Суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу за время функционирования предприятия составляют – 14.5 млн. т (Ревич, 2007).

Цель работы – изучение форм соединений Cu(II) и Pb(II) в техногенно-нарушенных почвах, прилегающих к медеплавильному комбинату «Карабашмедь».

Исследования выполнены на территории, расположенной в подфакельной зоне воздействия Карабашского медеплавильного комбината, а также в пойме «Рыжего» ручья и реки Сак-Элга. Для изучения особенностей трансформации соединений металлов были отобраны образцы почвоподобных образований, которые согласно классификации и диагностики почв России (2004) относятся к хемоземам. Химическое фракционирование соединений Cu(II) и Pb(II) хемоземов выполнено по методу Тессьера.

Хемоземы характеризуются следующими физико-химическими свойствами: $C_{\text{орг}}$ – 0.7–1.1 %; pH – 3.9–4.4; физ. глина – 24.6–2.5 %; ил – 0.0–0.1 %; CaCO_3 – 0.8–1.3 %; MgCO_3 – 0.2–0.4 %. Валовое содержание металлов в поверхностном слое (0–5 см): Cu – 349.8–1066.9 мг/кг (Кларк Cu по А.П. Виноградову – 47 мг/кг), Pb – 687.8–1233.6 мг/кг (Кларк Pb по А.П. Виноградову – 16 мг/кг). Минералогический состав хемоземов представлен: магнетит, гематит – 5.0–50.0 % от суммы; пирит, марказит – 1.1–82.8 %; пироксен – 0.5–12.0 %; гидроксиды Fe – 2.9–4.1 %.

Результаты фракционирования хемоземов показали, что для Cu преобладающей является обменная фракция, доля которой составила – 39–44 % от общего содержания. Обменные фракции – совокупность подвижных форм металлов, которые обладают высокой мобильностью и мигрируют в сопредельные среды, а также доступны растениям и организмам. В связи с чем, это вызывает огромные экологические риски для прилегающих ландшафтов. Доля фракции, связанной с органическим веществом, варьирует от 29 до 34 %. Распределение Cu по фракциям хемоземов следующее: обменная фракция > связанная с органическим веществом > остаточная фракция > связанная с (гидр)оксидами Fe и Mn > связанная с карбонатами. Свинец в исследуемых слабогумусированных почвах согласно классификации Гольдшмидта (1930) является сидерофилом и манганофилом. Выявленное распределение Pb по фракциям от 75 до 81 % от суммы фракций в хемоземах отвечает данным положением. Распределение Pb по фракциям хемоземов следующее: связанная с (гидр)оксидами Fe и Mn > связанная с органическим веществом $\geq$ остаточная фракция > обменная фракция > связанная с карбонатами.

Таким образом, согласно ландшафтно-геохимической дифференциации элювиальное (автоморфное) звено принимает основную техногенную нагрузку от пылевых выпадений Карабашского медеплавильного комбината. В супераквальных звеньях происходит аккумуляция принесенного сверху материала и геохимическое осаждение стоков из хвостохранилищ. В техногенно-нарушенных почвах основными стабилизаторами подвижности меди выступает органическое вещество, свинца – Fe-Mn (гидро)оксиды.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда в рамках научного проекта № 16-14-10217.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Т.М. Минкиной.

УДК 631.417.2

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТОКСИЧНЫХ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ С ОРГАНИЧЕСКИМ ВЕЩЕСТВОМ ПОЧВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Л.В. Нечаев

Томский государственный университет, lvnechaev@rambler.ru

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – класс органических веществ, молекулы которых содержат конденсированные бензольные кольца. Многие ПАУ являются опаснейшими токсикантами. Эти вещества выделяются в окружающую среду при сжигании каменного угля, в меньшей степени – нефтепродуктов, присутствуют в табачном дыме, образуются при сжигании опавшей листвы, промышленного и бытового мусора. Из атмосферы ПАУ попадают в почву, озёра и реки. Вследствие малой растворимости в воде они накапливаются в донных отложениях, адсорбируются частичками почвы, проникают через мембраны корневых систем в растения, и далее – в организмы животных и человека.

Гуминовые кислоты (ГК) – группа гумусовых веществ – макромолекулы нерегулярной структуры природного происхождения. ГК способны связывать ионы тяжёлых металлов, а также органические соединения. Взаимодействие гуминовых кислот (ГК) с ПАУ существенно влияет на биоаккумуляцию этих токсикантов. ГК различного происхождения связывают ПАУ не в одинаковой степени. ГК почвы и донных отложений взаимодействуют с ПАУ значительно лучше, чем ГК, растворённые в воде. В связи со сказанным выше, целью данной работы является оценка констант равновесия взаимодействия ряда модельных

ПАУ – нафталина, фенантрена и антрацена – с природными гуминовыми кислотами, а также с продуктами модификации этих кислот.

В качестве объектов исследования были выбраны гуминовые кислоты торфяных почв Томской области. Гуминовые кислоты выделяли стандартным методом с помощью 0.1 н. раствора NaOH. Модификация гуминовых кислот была проведена на лабораторном аналоге планетарной мельницы-активатора серии АГО-2С разработки ИХТТМ СО РАН, в течение 2 минут со скоростью вращения барабанов 1350 об/мин. Для исследования взаимодействия ПАУ с ГК были сняты спектры флуоресценции растворов ГК в присутствии ПАУ (длина волны возбуждения 270 нм). Константы равновесия K_b для взаимодействия ГК и нафталина были рассчитаны по уравнению:

$$F_0/F = 1 + K_b[\text{ГК}],$$

где F_0 – интенсивность флуоресценции нафталина в максимуме излучения, F – интенсивность флуоресценции нафталина в максимуме излучения при добавлении ГК, $[\text{ГК}]$ – концентрация ГК, г/л. Полученные значения констант приведены в таблице.

Таблица. Значения констант равновесия (K_b) для взаимодействия ПАУ и ГК, 10^{-3} л/г.

ПАУ	ГК из торфяной почвы	ГК из торфяной почвы модифицированные
нафталин	63.5	212.8
фенантрен	26.1	45.1
антрацен	24.2	38.4

Полученные результаты позволяют сделать вывод о более эффективном связывании ПАУ модифицированными ГК, особенно в случае нафталина, который характеризуется максимальной степенью взаимодействия с гуминовыми кислотами.

Работа рекомендована д.ф.-м.н., проф. О.Н. Чайковской.

ФИЗИЧЕСКАЯ АДЕКВАТНОСТЬ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ
МОДЕЛИ ГИСТЕРЕЗИСА ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ
СПОСОБНОСТИ ПОЧВЫ

А.О. Никоноров, И.Ю. Гусева, В.А. Лазарев

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
coolhabit@yandex.ru

При обосновании проектов мелиоративных систем проводятся исследования гидрологических условий территории строительства. К числу важнейших данных относятся показатели гидрофизических свойств почвы. Измерение таких показателей сопряжено со значительными затратами труда. Поэтому методы косвенной оценки искомых показателей являются весьма востребованными. К числу наиболее эффективных методов относится метод математического моделирования [1–3]. Использование концепции распределения капиллярных пор по размерам оказалось продуктивным при разработке таких методов [4].

Цель данной работы – проверка физической адекватности разработанной на кафедре ВиГС СПбПУ модели гистерезиса водоудерживающей способности почвы.

При построении модели предполагалось, что функция дифференциальной влагоемкости почвы в каждой точке на ветвях петли гистерезиса принимает только два значения, которые соответствуют сорбционному и десорбционному равновесиям влаги. Для проверки адекватности исследуемой модели использованы экспериментальные данные, характеризующие водоудерживающую способность песчаной почвы [5]. С помощью компьютерной программы «HYSTERESIS», разработанной на основе этой модели, проведен вычислительный эксперимент по расчету главных и сканирующих ветвей [6].

Выводы. Рассмотренная математическая модель отвечает физическим представлениям о явлении гистерезиса водоудерживающей способности почвы. Практическое значение этой модели заключается в том, что данные, получаемые с ее помощью, повышают: а) эффективность предпроектных изысканий в мелиоративном строительстве и б) точность расчета норм орошения сельскохозяйственных культур. Применение прецизионных норм орошения способствует минимизации потерь воды в ирригационном земледелии, вызванных стоком избытка гравитационной влаги за пределы корнеобитаемого слоя почвы, и рациональному использованию водных ресурсов.

Литература

1. Заславский Б.Г., Терлеев В.В. Моделирование гидрофизических характеристик почв // Сб. «Автоматизация науч. исслед. и проект. АСУ ТП в мелиорации», Фрунзе, 1988. С. 82.
2. Полуэктов Р.А., Терлеев В.В. Моделирование водоудерживающей способности и дифференциальной влагоемкости почвы // Метеорология и гидрология. – 2002. – № 11. – С. 93–100.
3. Полуэктов Р.А., Опарина И.В., Терлеев В.В. Три способа расчета динамики почвенной влаги // Метеорология и гидрология. – 2003. – № 11. – С. 90–98.
4. Гурин П.Д., Терлеев В.В. Использование логнормального распределения эффективных радиусов почвенных капилляров для моделирования водоудерживающей способности почвы // Сб. «XL НЕДЕЛЯ НАУКИ СПбГПУ». – СПб.: СПбГПУ, 2011. – С. 319–321.
5. Huang H.C., Tan Y.C., Liu C.W., Chen C.H. A novel hysteresis model in unsaturated soil // Hydrological Processes. – 2005. – V. 19. – pp. 1653–1665.
6. Терлеев В.В., Топаж А.Г., Гурин П.Д. Программа «HYSTERESIS» для расчета сорбционных и десорбционных ветвей петли гистерезиса водоудерживающей способности почвы // В сб. «Материалы науч. сессии по итогам 2012 г.» СПб.: АФИ, 2013. – С. 161–166.

Работа выполнена при поддержке РФФИ № 16-04-01473-а.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. В.В. Терлеевым.

УДК 631.466.3(571.54)

ЭКОЛОГИЯ И ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВЕННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ о. ОЛЬХОН (ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ)

В.И. Педранова

Иркутский государственный университет, vpedranova@mail.ru

Показателем экологического состояния почв может служить видовое разнообразие почвенных водорослей. Отбор почвенных образцов был произведен в разных районах о. Ольхон (Иркутская область). Диагностика видового состава почвенных водорослей осуществлялась по общепринятым в почвенной альгологии методам с использованием отечественных и зарубежных определителей. Для выращивания водорослей применялись жидкие и твердые питательные среды.

В почвенных накопительных культурах выявлено 32 вида водорослей, относящихся к четырем отделам: *Cyanobacteria*, *Bacillariophyta*,

Chlorophyta, *Euglenozoa*. Господствующий род во флоре выделить нельзя, так как большинство родов является одновидовыми, а рода *Nostoc*, *Oscillatoria*, *Chlamydomonas*, *Euglena* и *Tetracystis* представлены 3 видами.

Отдел *Cyanobacteria* включает 8 видов прокариотических фотосинтезирующих, азотфиксирующих организмов. Из них *Trichormus variabilis* (Kütz. ex Born. et Flah.) Kom. et Anagn. отмечен в четырех образцах, при этом в массе развивается в образце со щелочным pH = 9.9 и низким содержанием гумуса (6.18 %). *Nostoc paludosum* Kütz. ex Born. et Flah. f. *paludosum* встречается в трех образцах. Доминирование этих видов в щелочных почвах типично для данной группы и одновременно является показателем нарушенности почвенного покрова. Отделы *Bacillariophyta* (2 вида), *Chlorophyta* (19 видов) и *Euglenozoa* (3 вида) представлены эукариотическими водорослями.

Общая закономерность влияния pH на почвенные водоросли – это увеличение видового богатства водорослей при слабом подщелачивании почвы. Показано, что сильное подщелачивание среды, равно как и подкисление, действует как лимитирующий фактор на видовое разнообразие, группировки водорослей становятся олигодоминантными с преобладанием одного-двух видов. При высоком содержании гумуса видовое разнообразие также уменьшается.

Меньше всего видов выявлено в щелочной среде. Даже при кислой реакции среды (pH = 6.2) обнаружено два вида – это зеленые водоросли *Mychonastes homoshaera* (Skuja) Kalina et Punč. и *Tetracystis* spp. В большинстве случаев, в почвах формируются олигодоминантные альгоценозы, а комплекс доминантных видов представлен преимущественно широко распространенными зелеными водорослями (например, *Chlorococcum infusionum* (Schränk) Menegh и *Pseudodictiochloris dissecta* Vinatzer). На антропогенно нарушенных засоленных почвах, со щелочными значениями pH, вокруг оз. Шара-Нур в массе развиваются *Nostoc linckia* (Roth) Bornet ex Bornet et Flahault f. *linckia* и *Trichormus variabilis*. Эти виды переживают неблагоприятные условия среды в виде спор, могут сохраняться длительное время в вегетативном состоянии, при условии хорошей водоудерживающей способности слизи.

Гранулометрический состав, являясь косвенным фактором, играет немаловажную роль в распространении водорослей, так как от него зависит водный режим почв. В исследуемых почвах наибольшее видовое разнообразие водорослей характерно для средних и легких суглинков, обладающих оптимальной для развития водорослей водоудерживающей способностью.

Оценивая состояние ассоциаций водорослей и сравнивая между собой разные сообщества, можно получить представление о состоянии почв и окружающей природной среды в целом.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Е.Н. Максимовой.

УДК 631.41; 631.42

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ В СИСТЕМЕ АГРОЛАНДШАФТОВ

Г.Б. Подволоцкая

РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, guri_89@mail.ru

Экологическая оценка почв в системе агроландшафта предусматривает изучение взаимосвязей в системе почва – водная среда, почва – растение, почва – микроорганизмы, почва – воздушная среда. Рассматриваются прямые и обратные связи между этими компонентами ландшафта. Установлена последовательность изменения свойств подсистем, оцениваемая методом последовательной корреляции.

Взаимосвязи описываются уравнениями множественной регрессии и парной корреляции по 15 формулам. Показано, что коэффициенты, определяющие вес независимых переменных (X_1) на определяемый показатель (Y), изменяются в разных интервалах X_1 и зависят от сочетания X_1 и X_{i+n} с проявлениями эффектов синергизма и антагонизма. Для более корректной интерпретации данных необходимо использование независимых переменных X_i в относительных величинах в долях от оптимума.

Определено содержание биофильных элементов в почвах, в ложе водоема, в донных осадках, в водах, в испарениях из почв и в продуктах транспирации растений, в растениях и в прикорневой зоне растений. Оценен состав положительно и отрицательно заряженных аэроионов, проведена энергетическая оценка испарений методом газоразрядной визуализации, установлено содержание положительно и отрицательно заряженных комплексных соединений в почвах, водах и в растениях. Изучена антирадикальная активность почвенных растворов при разной степени анаэробнозиса в образцах.

По полученным данным, энергетические показатели почв выше, чем показатели водных вытяжек из них (за исключением фрактальности по изолинии). Отличаются рассмотренные показатели и для отдельных почв и водных вытяжек. При сравнении энергетики разных почв видно, что наименьшей интенсивностью линий и длиной изолиний характери-

зуются дерново-подзолистые почвы и водные вытяжки из этих почв. Большой величиной отличаются эти показатели у чернозема. Таким образом, разные энергетические показатели, очевидно, оценивают энергетику почвы, водных вытяжек из них с разных сторон и дополняют друг друга.

Относительная оценка энергетики объектов, с нашей точки зрения, в первом приближении может быть проведена при среднеарифметической оценке данных показателей от 100 %: $\Sigma X_i / X_{\max}$. Однако более вероятно, каждый из этих показателей характеризует энергетику в неодинаковой степени, и интегральный показатель есть функция $\Sigma k_i X_i : X_{\max} / n$. К сожалению, величина k_i (степень влияния X_i на энергетику объекта) нам пока неизвестна.

По полученным данным, при загрязнении почв свинцом несколько возрастает количество аэроионов положительной полярности, уменьшается содержание аэроионов отрицательной полярности, и увеличивается коэффициент униполярности. В испарениях из почв избыточного увлажнения, по сравнению с испарениями из почв оптимального увлажнения, несколько уменьшается доля аэроионов отрицательной полярности и коэффициент униполярности.

При энергетической оценке водных вытяжек из почв методом газоразрядной визуализации получены данные о том, что средняя интенсивность пика составляет для дерново-подзолистой почвы 79.6 ± 3.1 ; для чернозема – 85.8 ± 3.1 ; длина изолинии соответственно равна 145.3 ± 15.2 и 165.6 ± 26.7 .

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. В.И. Савичем.

УДК 630*114.261

ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ АЗОТИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ЛИТОСТРАТАХ ОТВАЛОВ БОРОДИНСКОГО БУРОУГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

А.Д. Прибура, Т.А. Спорыхина

Сибирский федеральный университет; Институт Леса им. В.Н. Сукачева
СО РАН. Красноярск, nastya_pribura@mail.ru;
sporykhina_tatyana@mail.ru

Исследования проводятся на породном отвале Бородинского буругольного разреза в Красноярском крае. Отвал спланирован в 2006 г., через 2 года на его поверхность были высажены культуры сосны с широкими междурядьями.

В почвенных образцах определяли содержание органических и минеральных форм азота. В основе выделения групп органических соединений азота – их устойчивость к щелочному гидролизу: легкогидролизуемые, трудногидролизуемые и негидролизуемые формы. Нитрификационная способность почв определялась методом Кравкова.

Выявлено, что до 99 % от валового содержания составляет фракция негидролизуемого азота. На долю минерального азота приходится 4.2 % в междурядьях, 0.5 % в рядах культур. Низкое содержание минеральной фракции азота в изучаемых литостратах, вероятно, обусловлено низкой относительной долей его легкогидролизуемой фракции, которая для междурядий составляет 1 %, для рядов 0.6 %. Минеральная фракция представлена нитратными соединениями – 80 % в рядах, 97 % в междурядье.

Минерализация азота в почве представляет собой процесс перевода органических соединений в неорганические посредством аммонификации и нитрификации. Для выявления причин низкой интенсивности минерализации азотсодержащего органического вещества, проводили оценку потенциальной аммонифицирующей и нитрифицирующей способности молодых почв при добавлении азотсодержащих субстратов (сульфат аммония и пептон) в условиях лабораторного эксперимента. Определение максимальных возможностей накопления подвижного азота служит интегральным показателем, как экологических условий, так и актуального плодородия почв. Образцы инкубировали в течение 4 недель при оптимальных показателях влажности (60 % от полной влагоемкости) и температуры (28 °C).

В контрольном образце (без добавления субстратов) за 4 недели компостирования запас минеральных форм азота в литостратах рядов увеличился в 5 раз, прирост составил 81.2 кг/га к исходному значению. Преобладающая часть минерального азота (80 %) представлена нитратами, следовательно, при оптимальных условиях в литостратах более активно развиваются процессы нитрификации, чем аммонификации. При добавлении сульфата аммония запас минеральных форм азота увеличился в 10 раз – 160 кг/га. Прирост доступного азота произошел в основном за счет аммиачных форм, относительная доля которых в структуре запаса составила 64 %. Добавление пептона индуцировало мобилизацию в 6 раз, прирост составил 99.5 кг/га, так же за счет аммиачных форм. При этом запас нитратов сократился на 67 %. Следовательно, большая часть азота иммобилизована в составе микробного пула.

В междурядьях прирост составил 107.6 кг/га из них 70 % – нитратная форма азота. При добавлении сульфата аммония запас увеличил-

ся на 16 %. Добавление пептона резко ингибировало процесс нитрификации, прибавка аммонийных форм составила не более 54 кг/га, количество нитратов сократилось в 2 раза.

Таким образом, изучаемая техногенная почва обладает достаточно высоким потенциалом мобилизации азота. Для литостратов рядов характерно то, что в отклике на добавление анализируемых азотсодержащих субстратов структура минерального азота изменялась в сторону преобладания аммонийных форм.

Работа рекомендована к.б.н. О.В Трефиловой.

УДК 631.4

КИСЛОТНЫЙ СЛЕД В ГОРНЫХ ПОЧВАХ (СЕВЕРНЫЙ УРАЛ, ЗАПОВЕДНИК «ВИШЕРСКИЙ»)

П.Ш. Сайранова

Пермская ГСХА имени академика Д.Н. Прянишникова,
s7p51996@yandex.ru

В почвоведение введено понятие «кислотный след почвообразовательного процесса» в поле кислотности. Учеными установлено, что для любой почвы может быть построена двухмерная горизонтграмма (V-диаграммы), совокупно описывающая изменение pH солевой и водной вытяжек и степени насыщенности основаниями (Vгк) в поле кислотности по горизонтам профиля. Анализ и сравнение V-диаграмм помогает выявлять типовые и индивидуальные различия почв, отражая особенности и детали протекшего в ней почвообразовательного процесса в поле кислотности.

Цель исследований: изучить кислотный след почв. Объект исследований: горные почвы на горе Хомги-Нёл в пределах западного макросклона Северного Урала на территории заповедника «Вишерский» в Пермском крае. Для понимания природы почвенной кислотности на Северном Урале, были построены V-диаграммы для трех типов почв, формирующихся в разных условиях в зависимости от высоты местности и растительности: дерново-подбур оподзоленный глееватый (горно-лесной пояс, елово-пихтовая тайга, 458 м), ржавозем железисто-гранулированный (подгольцовый пояс, парковый лес, 558 м), органо-аккумулятивная серогумусовая потечно-гумусовая метаморфизированная (подгольцовый пояс, мезофильный луг, 794 м). Классификационное положение характеризуется по субстантивно-генетической классификации почв 2004 г. Формы кислотности определяли общепринятыми методами на кафедре почвоведения Пермской ГСХА.

Почвы имеют низкие значения $V_{гк}$, кислотные следы размещены практически целиком в левой части диаграмм и характеризуются уменьшением обеих pH при снижении $V_{гк}$. В изучаемых типах почв нижняя минеральная ветвь кислотного следа поднимается вверх, в правую часть кислотного поля, но под разным углом. Эта ветвь кислотного следа связана с кислотными свойствами почвообразующей породы, следовательно, можно предположить, что в исследуемых почвах материнские породы различаются по кислотности, и могут иметь различный минералогический состав. Верхняя, органо-минеральная ветвь кислотного следа является областью «активного» почвообразования и определяется свойствами гумуса. В изучаемых почвах эта ветвь ведет себя по-разному. В дерново-подбуре наблюдаемое резкое изменение кислотного следа говорит о скачкообразных преобразованиях почвы в течение периода ее формирования и о существенном различии кислотных функциональных групп в различных частях профиля. В ржавоземе органо-минеральная ветвь достаточно плавно и незначительно поднимается вверх, в правую часть кислотного поля. Таким образом, в этом профиле наблюдается насыщение обменного комплекса верхнего слоя почвы биогенными основаниями, высвобождающимися при минерализации растительных остатков. Органо-минеральная ветвь кислотного следа в серогумусовой почве демонстрирует стабильные величины pH при увеличении степени насыщенности основаниями во втором гумусовом горизонте, в котором имеются признаки метаморфизации. Кислотные следы горизонтов здесь накладываются, и, это может говорить об отсутствии срединных горизонтов и минерализации растительных остатков в пределах всего маломощного профиля. Кроме того, резкое изменение $V_{гк}$ указывает на формирование почвы в разных климатогенных условиях и, соответственно, на разновозрастность горизонтов профиля.

Анализ V-диаграмм выявил типовые и индивидуальные различия горных почв Северного Урала по природе почвенной кислотности и локальным проявлениям почвообразовательного процесса. Кислотный след дал информацию о нарушениях почвообразовательного процесса и о разновозрастности генетических горизонтов почв.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. И.А. Самофаловой.

В настоящее время к числу глобальных экологических проблем относится увеличивающаяся концентрация парниковых газов в атмосфере.

Повышение температуры воздуха при аридизации и потеплении климата может привести к интенсивному газообмену в системе почва – окружающая среда. В результате вероятность эмиссии CO_2 и других газов в атмосферу за счет оттаивания мерзлых горизонтов почв и активизации микробиологических процессов.

В конце прошлого столетия ученые определяли некоторые физико-химические характеристики грунтов, проведены попытки выявить особенности эволюции озерных отложений, но не были выявлены свойства почв и «почвенное дыхание» [3].

Используя современные методы, удастся выявить дыхание микроорганизмов. Учитывая, что почвы содержат большое количество органического вещества различного происхождения, исследования продуцирования диоксида углерода микроорганизмами представляют несомненный интерес. Поэтому мы поставили перед собой цель: выявить продуцирование диоксида углерода (CO_2) микроорганизмами из почвы-регосоли в условиях эксперимента. В Восточной Сибири регосоли является интразональной почвой. В Приольхонье она встречается среди каштановых почв, солончаков и солонцов на Таготском гидролакколите [1, 2].

Для выполнения поставленной цели нужно было решить следующие задачи: проанализировать имеющиеся литературные данные по проблеме «почвенного дыхания» (продуцирование CO_2 микроорганизмами), провести исследования «почвенного дыхания».

Эти результаты исследований позволят оценить вклад микроорганизмов, находящихся длительное время в мерзлой почве в общий вклад эмиссии CO_2 на поверхности почвы в Приольхонье.

В результате этих исследований было выявлено что: продуцирование CO_2 микроорганизмами происходит неравномерно. Проведены исследования почвы, взятой с соленных озер находящихся в Тажеранских степях. Выявлено что показатели продуцирования CO_2 различаются с использованием NaOH и Ba(OH)_2 . Исследование продуцирования CO_2 по профилю гидролакколита позволило выявить два пика увеличе-

ния верхних и нижних слоев почвы. Это связано, вероятно, с тем, что микроорганизмы, обитающие в этих слоях, законсервированы многолетней мерзлотой. По литературным источникам, при проведении идентификации гетеротрофных микроорганизмов с помощью молекулярно-генетического анализа выяснено, что разнообразие бактерий представлено: *Firmicutes* (*Bacillus*, *Brevibacillus*, *Staphylococcus*) и *Actinobacteria* (*Microbacterium*, *Streptomyces* [5]. Кроме того, наибольшее количество CO_2 отмечалось в верхних горизонтах, где сосредоточена основная масса корней. Это хорошо коррелирует с содержанием общего и неорганического углерода. Органический углерод служит основным питательным субстратом для этой физиологической группы микроорганизмов [4]. Падение численности микроорганизмов и уменьшение продуцирования CO_2 в средних слоях, связано, очевидно, с наличием здесь высокого содержания солей, которые угнетают рост гетеротрофов в естественной среде обитания [5].

Литература

1. *Воробьева Г.А.* Таготский гидролакколит. Почва, как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем / Г.А. Воробьева. – Иркутск, 2011. – 38 с.
2. *Мац В.Д.* Кайнозой Байкальской рифтовой впадины. Строение и геологическая история / В.Д. Мац, Г.Ф. Уфимцев, М.М. Мандельбаум и др. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 250 с.
3. *Попова С.М.* Палеолимнологические реконструкции (Байкальская рифтовая зона) / С.М. Попова, В.Д. Мац, Г.П. Черняева и др. – Новосибирск: Наука, 1989. – 111 с.
4. *Bestimmung der Bodenatmung im Laborversuch.* Bodenbiologische Arbeitsmethoden // R. ÖHLINGER, F. SCHINNER, E. KANDELER, R. MARGESIN. – Berlin, Springer-Verlag, 1993. – p.86–90
5. *Effect of ecological factors on the distribution of microorganisms in regosols (steppe of Priol'khonie, Siberia)* // O. Lopatovskaya, A. Seredkina, N. Belkova // ActaGeolSin-Engl 2014. V. 88, Issue S. 1. P. 188–190.

Работа рекомендована к.б.н., доц. О.Г. Лопатовской.

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГУМУСА В УРБОПОЧВАХ

П.Н. Скрипников, А.Е. Попов, П.В. Буздакова

Южный федеральный университет, pav.sc@yandex.ru

Изучение содержания органического вещества в почвах урбанизированных территорий имеет большое значение, так как оно обеспечивает стабильное выполнение почвой её протекторных и экологических функций. В экстремальных условиях города такое слаженное функционирование может быть нарушено ввиду значительной динамичности и способности гумуса откликаться на изменения окружающей среды или вмешательство человека. Соединения углерода в этих условиях претерпевают трансформацию своего состава, что может сказываться на результатах их количественного анализа и интерпретации данных.

Целью нашего исследования являлось изучение особенностей определения содержания гумуса в почвах городских ландшафтов с использованием двух различных методик: классического метода Тюрина с колориметрическим окончанием по Орлову-Гриндель и метода высокотемпературного каталитического сжигания на анализаторе общего органического углерода TOC Shimadzu.

В результате многолетнего изучения городских почв на территории Ростовской агломерации с учетом экологических условий почвообразования и степеней антропогенной преобразованности почвенного профиля С.Н. Горбовым (2002) были выделены две доминирующие группы почв – естественные и антропогенно-преобразованные. В нашем исследовании разрезы закладывались с учетом этого факта: естественные почвы (разрезы № 1 и № 2) и антропогенно-преобразованные почвы (разрезы № 3 и № 4). Почвы идентифицированы как черноземы миграционно-сегрегационные залежных участков и под древесной растительностью (разрезы 1 и 2); реплантозем на черноземе миграционно-сегрегационном со срезанным горизонтом А (разрез 3); урбостратозем на погребенном черноземе миграционно-сегрегационном (разрез 4).

Для естественных почв обе методики определения содержания органического вещества дают весьма хорошо воспроизводимые и сравнимые результаты. Иная картина наблюдается в урбогоризонтах антропогенно-преобразованных почв. Так, если в разрезах 1 и 2 разница между значениями органического вещества, полученных с помощью двух вышеуказанных методик, колеблется в пределах 0.02–0.21 %, то в разрезе 4 в верхних урбиковых горизонтах разница составляет 3–4 %, а вниз по профилю вновь уменьшается до 0.21 %. Для реплантозема отмечено незначительное увеличение разницы в верхнем горизонте RAT до

0.31 %, а для нижележащих горизонтов картина практически идентична горизонтам нативных почв. Следует отметить, что горизонты урбик могут быть загрязнены органическими отходами, и углерод в этом случае будет иметь не почвенное происхождение, поэтому пересчёт на гумус для таких горизонтов, по нашему мнению, некорректен. Также наблюдается тенденция к занижению результатов, полученных методом Тюрина, особенно для антропогенно-преобразованных почв, что, вероятно, обусловлено спецификой самого метода, не обеспечивающего полноту окисления исследуемого материала, так как классические методы определения органического вещества в различных их модификациях базируются на постулате о преимущественно биогенном происхождении почвенных органических соединений и возможности их полного разрушения при относительно невысоких температурах с применением химических окислителей. Однако, многочисленные исследования показывают, что подобные методы неприменимы к углеводородам нефтепродуктов, которые являются основными загрязнителями городских почв.

Литература

Горбов С.Н. Почвы урболандшафтов г. Ростов-на-Дону, их экологическое состояние и оценка загрязнения. Автореф. дис. ... к.б.н. Ростов-на-Дону, 2002. 25 с.

Исследование выполнено в рамках внутреннего гранта ЮФУ с использованием оборудования ЦКП «Биотехнология, биомедицина и экологический мониторинг» и ЦКП «Высокие технологии» Южного федерального университета.

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.С. Безугловой.

УДК 631. 41

СОДЕРЖАНИЕ И СВОЙСТВА ЛАБИЛЬНЫХ ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ ЧЕРНОЗЁМА ОБЫКНОВЕННОГО КАМЕННОЙ СТЕПИ

Е.Л. Соколовская

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г, Москва,
katerinasocol1313@yandex.ru

Органическое вещество почвы относится к числу важнейших факторов обеспечивающих устойчивое функционирование природных и антропогенных экосистем. Состояние органического вещества почвы в целом и отдельных его групп прямо или косвенно влияют на многие свойства и режимы почвы, являющейся узловым звеном биогеоценозов.

Среди разнообразных компонентов, формирующих органическую часть почвы, особое положение занимают лабильные гумусовые вещества (ЛГВ). Они представляют собой динамичный относительно легко-трансформируемый и в тоже время наименее изученный комплекс органических соединений почвы, образующийся при разложении и гумификации органических остатков, корневых выделений, продуктов автолиза и метаболизма почвенной биоты. В отличие от консервативной части органического вещества почвы, ЛГВ принимают непосредственное участие в динамичных почвенных процессах и формировании эффективного плодородия почв. Входящие в состав ЛГВ компоненты участвуют в образовании водопрочной структуры, проявляют физиологическую активность, служат непосредственным источником элементов питания и энергетическим материалом для почвенной биоты, выполняют защитную функцию по отношению к консервативным, устойчивым гумусовым соединениям почвы. Поэтому изучение содержания ЛГВ в почвах, их состава и свойств имеет важное теоретическое и практическое значение.

Объектами наших исследований служили черноземы обыкновенные территории землепользования НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева, расположенного в Таловском районе Воронежской области. Смешанные образцы были отобраны из горизонта А чернозема на участке залежи существующей с 1882 г., из пахотных горизонтов чернозема неорошаемого 10-польного зерно-паро-пропашного севооборота, орошаемого 7-польного кормового севооборота, орошаемых 10-летних бессменных посевов кукурузы на зерно возделываемой с удобрениями и без внесения удобрений.

Согласно полученным данным содержание ЛГВ в обыкновенных черноземах Каменной степи подвержено отчетливо выраженной динамике, при которой количество их уменьшается от весны к лету. Самое высокое содержание ЛГВ отмечается в черноземе под естественной травянистой растительностью. Распашка и интенсивное использование черноземов вызывает существенное снижение содержания ЛГВ. Наиболее ярко это проявляется в неорошаемом черноземе и при экстенсивном использовании пашни в орошаемых условиях. Оптимизация гумусообразования с помощью кормового севооборота и орошения способствует увеличению содержания ЛГВ, однако, все равно оно не достигает уровня ЛГВ в залежной почве.

В элементном составе ЛГВ преобладает Н, количество которого составило 44.6–46.1 ат. %. Судя по величине отношения Н:С, варьирующей в пределах 1.33–1.55, и степени окисленности, изменяющейся от +0.07 (неорошаемый чернозем) до – 0.26 (залежь), ЛГВ сформирова-

ны преимущественно плохо окисленными алифатическими структурами. По энергетическому потенциалу, составляющему 2662–3996 кал/г ЛГВ в большинстве случаев превосходят фульвокислоты, но заметно уступают гуминовым и гиматомелановым кислотам.

Согласно данным гель-хроматографии ЛГВ являются высокодисперсными соединениями и состоят из 5–6 фракций с молекулярными массами от 280 до 61 430 а.е.м. Их средневесовые молекулярные массы варьируют от 31 280 до 49 370 а.е.м.

Работа рекомендована д.б.н., проф. В.Г. Мамонтовым.

УДК 504.3.06; 631.6.02

ОЦЕНКА СКОРОСТИ РАЗЛОЖЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПОЧВАХ И ГРУНТАХ КРИОЛИТОЗОНЫ В УСЛОВИЯХ МОДЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

А.А. Соловьева

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
solovyova.a.a@mail.ru

Известно, что биогеоценозы криолитозоны представляют собой особый элемент биосферы, характеризующийся низкой ёмкостью биологического оборота, мозаичностью почвенного и растительного покрова, бедностью видового состава фитоценозов и их низкой биопродуктивностью.

Пробы олитрофного торфа ненарушенного строения (монолиты) были отобраны на бугристых торфяниках северной тайги Западной Сибири, развивающиеся в условиях вечной мерзлоты (Тюменская область, Надымский район) и помещены в колонки высотой 25 см и диаметром 10 см. Масса монолитов составила около 1500 г. Торф поддерживался в течение всего эксперимента при естественной влажности, для чего монолиты регулярно (1 раз в два дня) взвешивали и при необходимости опрыскивали водой. В один из монолитов внесено с поверхности 60 г дизельного топлива (ДТ), после чего монолиты были помещены в климатическую камеру. Периоды оттаивания (температура +7 °С) и промерзания (–10 °С) длились по 14 дней, продолжительность эксперимента – 4 месяца.

Для оценки доли разложившихся нефтепродуктов (НП) (дизельного топлива) мы сравнили начальное и конечное содержание НП в монолитах торфа с учетом испарения дизельного топлива. Для этого вся масса торфа из монолита была высушена, перемешана и измельчена.

Затем отобрано по 5 средних проб из каждого монолита и в них определено содержание НП методом ИК-спектрометрии. Сравнив конечное содержание НП с их содержанием в начале эксперимента, мы оценили долю разложившихся НП за 4 месяца. Результаты приведены в таблице 1. При низких температурах доля испарившегося ДТ составила 2.13 %, содержание НП уменьшилось на 29.4 %. Ранее, в экспериментах, проведенных на минеральных почвах при температурах выше 18 °С, исследователями отмечалось, что загрязнение ДТ приводило к усилению дыхательной активности, увеличению содержания микробной биомассы и снижению устойчивости микробного пула (Вершинин и др., 2011, Вершинин и др., 2012). Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что в условиях низких температур микробное сообщество торфов плоскобугристых торфяников разлагает НП с разной скоростью. Микробное сообщество торфов обладает низкой устойчивостью к загрязнению торфов НП, на это указывает показатели активности микробного сообщества и доля разложенных НП.

Таблица 1. Изменение содержания НП в торфе за 4 месяца.

Вариант опыта	Содержание НП, г/кг		Δ НП, г/кг	В месяц	Доля НП, разложенных за 4 месяца, в % от исходного
	01.05.2015	30.08.2015			
Торф	2.59	2.16	нет	нет	нет
Торф+ДТ	260.87	184.21	76.66	19.17	29.39

Считается, что в нефтезагрязненной почве резко увеличивается численность азотфиксирующих и аммонифицирующих бактерий, в большинстве относящихся к аэробным формам и снижается численность нитрификаторов. Нитраты устойчивы в средах с достаточно высокими величинами: Eh. Schimel и др. (1996) показали, что низкая скорость нитрификации в северных экосистемах связана, со слабой конкурентной способностью нитрифицирующих бактерий за $N-NH_4^{+}$ как источник азота. Отсутствие $N-NO_3^{-}$ в почвах криолитозоны приводит к тому, что процессы денитрификации ограничены.

Литература

1. Вершинин А.А., Петров А.М., Игнатъев Ю.А., Шагидуллин Р.Р. Дыхательная активность дерново-карбонатной почвы, загрязненной дизельным топливом //Вестник Казанского технологического университета – 2011, – № 7 – С. 168–174.

2. Вершинин А.А., Петров А.М., Каримуллин Л.К., Игнатьев Ю.А. Влияние нефтяного загрязнения на эколого-биологическое состояние различных типов почв // Вестник Казанского технологического университета, 2012. Т.15, № 8 С.207–210.

3. Schimel J.P., Clein J.S. Microbial response to freeze-thaw cycles in tundra and taiga soils // Soil Biol. Biochem., 1996, Vol. 28, 1061–1066.

Работа рекомендована к.б.н., ст. преп. Розановой М.С.

УДК 631.417.2

НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ГУМУСОВЫХ КИСЛОТ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВ ЗАПОВЕДНИКА «СТОЛБЫ»

А.О. Сорока

Сибирский федеральный университет, stasi-elster@mail.ru

Изучение органического вещества почв до сих пор является актуальной задачей для целого ряда естественных наук. Отдельного внимания заслуживают оптические свойства почв – они позволяют делать выводы о составе и строении гумусовых кислот, отражают особенности трансформации органического вещества.

Объектом исследования послужили почвы пойм малых рек низкорной части Восточного Саяна («ГПЗ Столбы», окрестности г. Красноярск). В зависимости от геоморфологических, геологических и гидрологических условий формируются аллювиальные гумусовые (типичных, глеевых, квазиглеевых подтипов), аллювиальные серогумусовые слабообразованные почвы. Характерен легкий гранулометрический состав (преимущественно супесчаный), наличие карбонатов (3–10 %), близкая к нейтральной реакция среды.

В работе выполнено определение оптической плотности гуминовых кислот ($D_{430\text{ нм}}$) (Плотникова Т.А., Пономарева В.В., 1967); определение содержания общего органического углерода по Тюрину. В качестве пересчета общего органического углерода на гумусовые вещества был использован коэффициент, равный 1.724 (Э. Вольф, 1864).

Изучаемые почвы относятся к высоко/средне гумусированным, доля гумуса в горизонтах АУ и АУ достигает в среднем 6–14 %. Также выявлены погребенные горизонты с содержанием гумуса 6.0–6.4 %. Высокое содержание органического вещества является одной из ключевых особенностей пойменных почв, что говорит об их высокой биологической активности.

Характер накопления органического вещества отражается на морфологических свойствах почв. Хорошо развиты темноокрашенные гумусовые горизонты различной мощности, иногда напрямую переходящие в подстилающие аллювиальные отложения (слаборазвитые почвы низких пойм на карбонатных породах). Встречаются хорошо развитые погребенные горизонты на глубине 60 см. Все это позволяет говорить о высоких запасах органического вещества.

Гумус преимущественно фульватного типа, что связано как с ландшафтно-геохимическими условиями (таежные экосистемы), так и непосредственно с условиями пойменного почвообразования: «молодость» почв, не достаточно глубокое разложение свежепоступающего органического вещества. Общее количество доли ФК во всех случаях уменьшается с глубиной. В погребенных горизонтах темногомусовых глеевых почв соотношение ГК/ФК приближается к единице.

Оптическая плотность (λ 430 нм) варьирует в пределах 0.14–1.7. Наибольшие величины характерны для погребенных горизонтов темногомусовых глеевых почв (1.5–1.7). Низкие значения характерны для слаборазвитых почв низких пойм.

Коэффициенты экстинкции гуминовых кислот значительно варьируют в широком диапазоне. (1.66–6.94). Распределение по профилю неравномерное, в целом наблюдается небольшое увеличение в органических горизонтах (в т.ч. погребенных). Наиболее высокие значения (6.3–6.7) характерны для темногомусовых глеевых почв на карбонатных породах (р. Быковая), а также почв низких пойм руч. Моховой (6.8–6.9), что отражает возрастание доли ароматических структур в молекулах гумусовых кислот. В остальных почвах значение коэффициента не превышает 4.5–4.7 для верхних горизонтов, что свидетельствует об увеличении доли молодых, «незрелых» гуминовых кислот с развитыми периферическими цепями.

Работа рекомендована к.г.н., доц. Р.А. Шарафутдиновым.

СТРУКТУРНАЯ ФОРМУЛА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА
ГОРНЫХ ПОЧВ (ЗАПОВЕДНИК «БАСЕГИ»)

К.С. Соромотина

Пермская ГСХА имени академика Д.Н. Прянишникова,
soromotinakseniya@bk.ru

Способом представления данных гранулометрического состава (ГС) почв при большом объеме данных является устойчивое среднее соотношение фракций ГС, определенное как «формула» ГС. Формулой может быть охарактеризован ГС, как в пределах разновидностей, так и в пределах любой территории. Формула ГС может быть записана как пять-шесть чисел, отражающих среднее содержание основных фракций (ила, мелкой, средней и крупной пыли, мелкого, крупного и среднего песка). Структура ГС почв определяется по средневзвешенному содержанию фракций по профилю.

Цель исследований – определить структурную формулу ГС для почв Среднего Урала (на примере заповедника «Басеги»). Гранулометрический анализ выполнен по Качинскому пипет-методом в лаборатории кафедры почвоведения Пермской ГСХА. В обработку были включены данные 38 разрезов почв, заложенных на горе Северный Басег (954 м н.у.м.) в разных высотно-растительных поясах: горно-лесном, подгольцовом (парковое редколесье, субальпийские луга, криволесье), горно-тундровом. Исследуемые почвы объединили в 4 группы по высотным условиям формирования: I группа – на высоте 315–500 м (15 разрезов, горно-лесной пояс); II группа – 501–700 м (19 разрезов, парковые высокотравные леса и редколесья, субальпийские луга); III группа – 701–900 м (4 разреза, криволесье, горная тундра).

Почвы по содержанию физической глины в мелкозем в I группе почв являются тяжелосуглинистыми и глинистыми разновидностями, во II группе преобладают средне- и легкосуглинистые разновидности, редко встречаются тяжелосуглинистые; в III группе – средне- и легкосуглинистые почвы. Таким образом, с увеличением высоты местности ГС мелкозем почв становится более легким. Установлена средняя прямая связь между средневзвешенным содержанием песчаной фракции ГС и обратная связь между содержанием пылевой фракции, физической глиной и высотой местности (300–900 м). Содержание крупнопылевой фракции в почвах не зависит от высоты местности (табл.).

Определены устойчивые средние соотношения фракций ГС для всех почв на изученной территории. Так, в горно-лесном поясе, на вы-

соте 300–500 м установлено соотношение гранулометрических фракций (песчаная-крупнопылевая-пылевая-илистая) 21:27:30:22; на высоте 500–700 м: 28:31:29:17; а в почвах, формирующихся на высоте более 700 м соотношение фракций составило: 33:25:26:20. Структурные формулы ГС показывают, что соотношения гранулометрических фракций изменяются в зависимости от приуроченности к высотно-растительным поясам. Содержание илистой фракции почти во всех формулах является наименьшим, в пределах 17–22 %. Содержание пылевой фракции в составе мелкозема почв снижается с увеличением высоты местности с 30 до 26 %, а песчаной, напротив, увеличивается с 21 до 33 %.

Таблица. Корреляционная матрица между средневзвешенным содержанием крупнопылевой фракций и высотой местности.

Высота м, н.у.м.	n	Фракция, мм				
		1.0–0.05	0.05–0.01	0.01–0.001	<0.001	<0.01
300–900	38	0.391	0.081	–0.313	–0.201	–0.490
300–500	15	–0.169	–0.009	–0.331	0.488	0.208
500–700	18	0.337	0.072	–0.385	–0.350	–0.390
700–900	5	–0.824	0.243	0.955	0.922	0.818

Структурная «формула» почвы, в которой выделяются центральные значения, наиболее «точно» соответствует среднему уровню сочетания факторов почвообразования, а другие значения варьируют и отражают локальные колебания факторов.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. И.А. Самофаловой.

УДК 630*114.61

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ЛИТОСТРАТОВ В КУЛЬТУРНЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ СОСНЫ

Т.А. Спорыхина, А.Д. Прибур

Сибирский федеральный университет, Красноярск,
sporykhina_tatyana@mail.ru; nastya_pribura@mail.ru

Исследования проводятся на экспериментальном полигоне Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, заложенном на территории Бородинского буроугольного разреза в Красноярском крае. Объектом исследования служит спланированный породный отвал, сформированный в 2006 г., на поверхность которого высажены культуры сосны с широкими междурядьями.

Для оценки каталитической активности литостратов, использовали газометрический метод. Исследование проводится с учетом сезонной динамики активности фермента: отбор проб проводили в начале и в конце вегетационного периода. Образцы литостратов отбирали, как в рядах под культурами, так и в междурядьях под травянистой растительностью.

В результате выявлено, что литостраты характеризуются низкими показателями активности фермента каталаза (шкала Д.Г. Звягинцева). В весенний период активность фермента не превышала 0.92 и 0.94, в осенний 1.1 и 1.4 см³ O₂/г. почвы за 3 мин для участков междурядья и рядов, соответственно. Полученные величины активности каталазы значительно уступают оценкам, опубликованным как для естественных почв (серая лесная оподзоленная) – 6.5–7.0 (Попова, 1975), так и для отвальных поверхностей разреза Назаровской котловины 3.51–4.6 см³ O₂/гр. почвы за 3 мин (Шугалей, 2015).

При рассмотрении сезонной динамики выявлено, что в осенний период наблюдается незначительное увеличение активности фермента, что подтверждается данными по активности микроорганизмов (Богородская, 2010).

Для того чтобы оценить влияние как биологических, так и минеральных составляющих «молодой почвы», каталазная активность измеряли в 3-х повторностях. 1-я в непрогретых образцах, 2-я в образцах прогретых при температуре 100 °С и 3-я в образцах прогретых при температуре 150 °С.

Таблица. Изменение каталазой активности (O₂/гр. почвы за 3 мин).

Положение	Период	t, прогрева, °С		
		Без прогрева	100	150
междурядье	весна	0.92	1.02	1.02
ряд	весна	0.94	1.14	1.18
междурядье	осень	1.1	1.25	1.13
ряд	осень	1.4	1.28	1.54

В литостратах наблюдается значительное количество включений угля и углистой пыли не отделимых при ручной пробоподготовке. В связи с этим провели анализ в образцах угля. Было выявлено, что включения угля могли оказать влияние на результаты исследования.

Работа рекомендована к.б.н. О.В. Трефиловой.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ

А.Р. Сулейманов

Московский государственный университет геодезии и картографии,
filpip@yandex.ru

Современное активное использование почвенных ресурсов во всем мире предъявляет высокое картографическое обеспечение. Для анализа почв, мониторинга за его состоянием и охраны, не обойтись без актуальных и современных картографических материалов. В последнее время для решения вышеперечисленных задач создаются тематические геоинформационные проекты, позволяющие собрать атрибутивные данные и различные картографические материалы на одну пространственно-временную область. Так как экологические проблемы требуют безотложных действий, становится все более актуальным использование геоинформационных систем.

Одна из самых значимых возможностей ГИС – моделирование и визуализация различных процессов. Одно из наших исследований заключалось в оценке содержания тяжелых металлов в почвенном покрове г. Уфы и созданию карт, на основе этих данных. Для решения этой задачи был проанализирован почвенный покров в разных частях города для определения содержания в них свинца, меди, никеля, цинка, кадмия, ртути и мышьяка. В результате для каждого образца имелись координаты и соответствующие значения содержания тяжелых металлов. Далее эти данные импортировались в ГИС систему, для дальнейшей работы по созданию тематических карт. Для визуализации имеющихся данных был выбран метод интерполяции – способ нахождения промежуточных значений, с помощью имеющихся величин, распределенных по территории обследования.

В результате работ мы спроектировали серию карт, отображающие содержания различных видов тяжелых металлов в почвенном покрове Уфы. Результаты исследований позволили установить наличие и количество тяжелых металлов в почве, оценить масштабы загрязнения, выявить локализации наиболее и наименее опасных участков. В конечном итоге на основе данных результатов была разработана карта суммарного содержания тяжелых металлов, позволяющая комплексно опделить загрязнение на всю территорию города.

Другим примером применения ГИС служит наша текущая работа по оценке антропогенного воздействия на почвенный покров Москов-

ской области. В текущем исследовании спроектирован точечный слой, состоящий из объектов, негативно влияющих на окружающую среду (заводы, свалки отходов, дорожная сеть и др.). Информация о границах распространения загрязняющих объектов дало нам возможность построить буферные зоны и, далее, проанализировать масштабы распространения негативного воздействия. Имея векторизованные территории сельскохозяйственных земель и почвенного покрова, с помощью инструментов геоинформационной системы нам удалось автоматизировано подсчитать площади, попадающие в буферные зоны. Результаты моделирования позволили проанализировать характер и причину загрязнений земель, выявить наиболее и наименее деградированные участки, а также оценить общую экологическую обстановку как для городов и районов области, так и для всего региона.

В данной статье представлены далеко не полные возможности геоинформационных систем для оценки экологического состояния почв. Тем не менее, на сегодняшний день в экологии и почвоведение становится необходимым использование геоинформационных технологий.

Работа рекомендована д.г.н., проф. И.А. Захаренко.

УДК 004.942:550.47:502.56/.568(470.31)

ОЦЕНКА ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ИЗ НЕЧЕРНОЗЕМНЫХ ПАХОТНЫХ ПОЧВ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИ DNDC

О.Э. Суховеева

Институт географии РАН, Москва, olgasukhoveeva@gmail.com

Пахотные почвы выступают как один из источников парниковых газов – закиси азота (N_2O), метана (CH_4) и углекислого газа (CO_2), – играя роль неотъемлемого звена природных биогеохимических циклов элементов и одновременно являясь объектом непосредственного антропогенного воздействия.

Настоящее исследование направлено на оценку возможности применения модельного подхода для комплексной количественной оценки выбросов парниковых газов из обрабатываемых почв России.

Математической основой исследования служила процессно-ориентированная симуляционная модель DNDC (DeNitrification-DeComposition), которая позволяет оценить биогеохимические циклы азота N и углерода C в почвах сельскохозяйственного назначения.

Были использованы метеорологические данные ВНИИГМИ-МЦД, сведения об урожайности культур из базы Росстата, количество

вносимых удобрений было рассчитано на основе Бюллетеней внесения удобрений под урожай и проведения работ по химической мелиорации земель. Характеристики почвы были определены на основе Единого государственного реестра почвенных ресурсов России, технологии возделывания культур были взяты из Типовых технологических карт. В качестве региона исследования была выбрана Нечерноземная зона России. Временной отрезок охватывал 1990–2014 гг.

Результаты говорили о том, что эмиссия парниковых газов зависит от погодных условий и прямо пропорциональна интенсивности ведения сельскохозяйственного производства, в частности, количеству вносимых удобрений, особенно органических. Не менее значимыми факторами являются характеристики почвенного покрова и технологии обработки для N_2O , а также глинистость почвы и отличительные биологические черты возделываемых культур для CO_2 .

В Нечерноземной зоне эмиссия N_2O значительно сильнее откликается на проведение почвообрабатывающих мероприятий и внесение удобрений, чем на изменение погодных условий, в частности выпадение осадков. Годовые ее величины колеблются в небольшом диапазоне значений и составляют лишь малую часть биогеохимического цикла азота в почве.

Полученные потоки CH_4 практически не зависят от особенностей сельскохозяйственного производства, составляют ничтожно малую часть биогеохимического цикла углерода и в основном направлены на поглощение этого газа почвой. Эмиссия наблюдается только при возделывании пропашных культур и обильном использовании удобрений.

Согласно количественным оценкам для агроэкосистем Нечерноземья, CO_2 является наиболее существенным компонентом формируемого цикла C. Отмечено преобладание эмиссии CO_2 из пахотных почв по сравнению с N_2O и CH_4 .

Согласно подходу, реализуемому в модели, эмиссия CO_2 из почвы признается эквивалентной гетеротрофному микробному дыханию, и дыхание корней в нее не включается. Тогда как в полевых опытах чаще всего измеряют совокупное дыхание почвы, куда входят дыхание и корней, и микроорганизмов, соотношение между которыми, по сведениям научной литературы, до сих пор не имеет конечных оценок.

При сопоставлении результатов моделирования с опубликованными данными измерений в полевых опытах было отмечено, что для нечерноземных пахотных почв DNDC, как правило, не завышает значения эмиссии CO_2 : моделируемые ее значения или совпадают с опытными, или, в случае отсутствия внесения удобрений, ниже тех. Наиболее

объективное решение проблемы состоит в нахождении «внешних» коэффициентов и уравнений, позволяющих скорректировать полученные результаты моделирования.

Работа рекомендована чл.-корр. РАН, зам. директора ИГКЭ А.А. Романовской.

УДК 582.282.23; 574.2

ПОЧВЕННЫЕ И ЭПИФИТНЫЕ ДРОЖЖЕВЫЕ СООБЩЕСТВА УРБАНОЗЕМОВ В УСЛОВИЯХ ТЕПЛООВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

А.Н. Тепеева, А.М. Глушакова, А.В. Качалкин

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
sasha211092@inbox.ru

Дрожжевые грибы являются обязательным элементом всех почвенных микробных сообществ в различных географических зонах и типах почв. В настоящее время практически нет данных об особенностях численности и таксономической структуры почвенных и эпифитных дрожжевых комплексов в условиях урбанوفитоценозов и о влиянии факторов окружающей среды на дрожжевые группировки. В связи с этим интересным представляется вопрос об особенностях дрожжевого населения почв и растений в городской среде. В мегаполисах под влиянием специфических трансформирующих факторов (тепловое загрязнение, тяжелые металлы и прочее) формируются практически не изученные в дрожжевом аспекте уникальные почвенно-растительные локусы, среди которых часто встречаются участки с незамерзающими в течение всего года почвами вдоль теплотрасс, где температура почвы в зимний период не опускается ниже нуля. В данной работе предпринята попытка выявить специфические черты в структуре дрожжевого населения антропогенных почвенно-растительных локусов в условиях теплового воздействия.

Исследование численности и видового состава дрожжевых грибов в городских почвах проводилось в динамике в период с ноября 2014 года по октябрь 2015 года с интервалом в две недели. Изучаемые городские почвы (урбаноземы) можно охарактеризовать как дерновые, сформированные на техногенных грунтах. Образцы почв отбирали вдоль теплотрасс г. Москвы на территории Карачарово (Нижегородский район) и Врачебного проезда (район Покровское-Стрешнево) из дернового горизонта (глубина 5–10 см). Контрольные образцы отбирали на смежных участках (в 5–7 м от теплотрасс), где почва не подвергалась тепловому воздействию.

Анализ таксономического состава дрожжевых грибов проводили, используя стандартный метод посева в течение 3–5 суток с момента отбора. Видовую идентификацию дрожжевых грибов проводили на основе анализа нуклеотидных последовательностей D1/D2 доменов региона 26S (LSU) рДНК.

По полученным результатам обнаружено заметное увеличение общей численности почвенных дрожжей в зоне теплотрасс по сравнению с фоновой почвой в зимний период – в период заметного различия температур почв. Различия в численности дрожжей в филлосфере растений в районе теплотрасс и на контрольных участках были незначительны. Всего в ходе исследования было выделено 25 видов дрожжевых грибов. Подавляющее большинство выделенных видов относилось к базидиомицетам. Структура почвенных и эпифитных дрожжевых комплексов участков теплотрасс отличалась от контрольных точек в сторону увеличения видового разнообразия, среди эпифитов также отмечено снижение доли пигментированных видов. В дрожжевом сообществе прогреваемой почвы и на растениях отсутствовали выраженные доминанты. Наибольшие показатели обилия в сообществе не превышали значений 10–20 %, среди доминантов были виды *Cystofilobasidium capitatum*, *Naganishia albidosimilis*, показатели остальных видов были достаточно выравненными. Для дрожжевых сообществ контрольных почв и растений вне зоны теплотрасс ситуация была принципиально иной. В почве доминировали виды *Candida sake*, *Cystofilobasidium capitatum*, а на растениях – *Cystofilobasidium capitatum*, *Filobasidium magnum*, *Papiliotrema flavescens*, *Rhodospiridiobolus colostri*, *Rhodotorula mucilaginosa*. Проведенное исследование показывает, что численность и видовая структура почвенных дрожжевых сообществ городских почв в условиях антропогенизации значительно трансформируются, становится мозаичной под воздействием температурного фактора.

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.Е. Марфениной.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ПОЧВЕННОЙ ЭМИССИИ CO₂ В УСЛОВИЯХ ФОНОВЫХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ СЕВЕРНОГО ОКРУГА МОСКВЫ

М.В. Тихонова, А.В. Бузылев

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Tikhonova112@mail.ru

Глобальное изменение климата, увеличение среднегодовой температуры воздуха и выбросы парниковых газов являются одной из основных проблем современного мира. К основным парниковым газам в наибольшем количестве поступающем в атмосферу, и наиболее исследуемым является углекислый газ CO₂. Несмотря на то, что его парниковая активность не является максимальной, пересчет остальных газов, таких как N₂O, CH₄ и т.д. идет на CO₂ эквивалент.

Исследования проводились в лесной экосистеме, на Лесной Опытной Даче РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, которая относится к особо охраняемой природной территории, являясь фоновой для северной части Москвы. Исследования на данной территории проводятся студентами и научными сотрудниками академии более 150 лет.

Объектом исследования является заложенная ранее трансекта, длиной около 800 метров, расположенная на малоконтрастных элементах мезорельефа с северо-востока на юго-запад. Всего имеется пять ключевых участков (рис. 1).

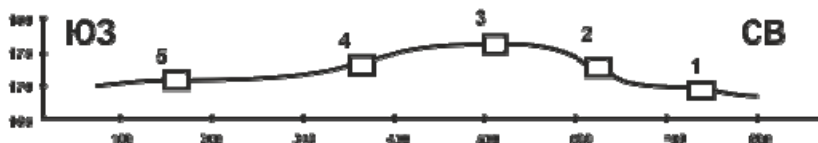


Рисунок 1. Расположение ключевых участков на трансекте на ЛОД РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Основными методами определения потоков диоксида углерода являлось изучение потоков парниковых газов *in situ* один раз в 10 дней с помощью системы инфракрасного газоанализатора (Li-820) с камерой 10 см в диаметре и 15 см высотой, а так же проводился ручной отбор проб при помощи шприцов из установленных камер в закупоренные виалы, с дальнейшим анализом проб в лаборатории на газовом хроматографе.

Проведенные исследования продемонстрировали зависимость потоков углекислого газа от температуры почвы. Максимальные значе-

ния приходились на летне-осенний период, поэтому в данной работе будет продемонстрирована динамика вегетационного периода.

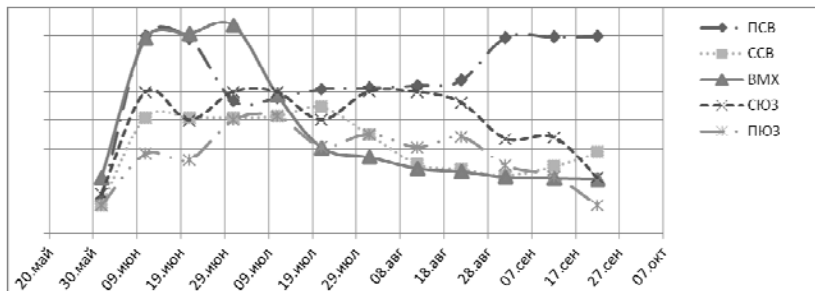


Рисунок 2. Динамика потоков CO_2 за вегетационный период по расположению в мезорельефе. (ПСВ – подошва северо-восточного склона, ССВ – склон северо-восточной экспозиции, ВМХ – вершина моренного холма, СЮЗ – склон юго-западной экспозиции, ПЮЗ – подошва юго-западного склона).

Проведенные исследования продемонстрировали зависимость величины потоков диоксида углерода не только от расположения в мезорельефе, но и от сезонности. Максимальные значения приходились на подошву северо-восточного склона и вершину моренного холма с середины июня до середины июля, т.к прогревание почвы на данных участках проходит гораздо быстрее ($36.88 \text{ г CO}_2 \text{ м}^2/\text{в день}$). Минимальные значения потоков углекислого газа приходятся на склон юго-западной экспозиции в конце сентября, когда температура почвы достигла своего минимума, значение потоков составило $4.96 \text{ г CO}_2 \text{ м}^2/\text{в день}$.

Коэффициент корреляции температуры почвы и величины потоков CO_2 составил $r = 0.91$, что говорит о взаимосвязи данных. С влажностью почвы коэффициент корреляции составил $r = 0.47$, что говорит об отсутствии зависимости.

Работа рекомендована Васеневым И.И. д.б.н., проф. кафедры экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ
НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА
В п. БОЛЬШОЙ СОЛОВЕЦКИЙ АРХИПЕЛАГА
СОЛОВЕЦКИЕ ОСТРОВА

А.Н. Трофимова, Ю.И. Андреева

Северный (Арктический) федеральный университет имени
М.В. Ломоносова, г. Архангельск myschka007@yandex.ru,
AnanasAny@yandex.ru

Соловецкий музей заповедник, как известно, включен в список объектов культурного наследия ЮНЕСКО. Экологический мониторинг природных сред на Соловецких островах проводился неоднократно, однако в настоящее время актуальность таких исследований сильно возросла в связи с тем, что резко вырос поток туристов, поэтому большинство экосистем архипелага испытывают все большую антропогенную нагрузку.

Основными техногенными поллютантами почвенного покрова являются нефтепродукты (далее НП) и тяжелые металлы (далее ТМ).

Отбор почв осуществлялся в рамках образовательного проекта «Комплексное развитие территории с уникальным природным и историко-культурным наследием на примере Соловецкого архипелага» (Летняя школа САФУ на Соловках) в период с 1 по 10 июля 2016 года на пяти пробных площадях равноудаленных по периметру имеющейся в поселке АЗС.

Оценку экологического состояния почв поселка Большой Соловецкий проводили как по санитарно-гигиеническим показателям, таким как ПДК, так и с помощью биогеохимических коэффициентов и шкал экологического нормирования.

Все исследованные почвы – слабокислые (рН колеблется от 4.6 до 6.1), различного гранулометрического состава (содержание физической глины колеблется от 8 до 92 %). Среднее содержание подвижного фосфора составляет 425 мг/кг, уровень обеспеченности этих почв очень высокий, и уже начинают прослеживаться первые этапы начала зафосфачивания территории. Антропогенное зафосфачивание почв способствует накоплению в почвах ТМ за счет образования малорастворимых фосфатов и снижает доступность растениям элементов питания и микроэлементов, отрицательно сказывается на состоянии почвенной биоты.

Исследование фракционного состава соединений фосфора показало высокое содержание (около 80 %) самых подвижных форм фосфо-

ра (фосфаты щелочных, щелочноземельных металлов и аммония), что представляет большую опасность вследствие миграции этих соединений в грунтовые воды.

Проанализированные почвы слабо загрязнены НП, содержание этого поллютанта в поверхностном слое колеблется от 102 до 202 мг/кг (наиболее загрязненным НП является торфяной подзол).

Анализ валового содержания (далее ВС) ТМ показал, что наблюдается превышение ПДК по Pb, Zn и Sr. Особенно активно в почвах накапливался Pb (до 7.0 ПДК), что может быть обусловлено использованием его в качестве присадки к топливу до 2002 г. По суммарному показателю загрязнения, рассчитанному относительно фоновых значений, все исследованные почвы имеют допустимый уровень загрязнения (Z_c не превышает 13.0).

Таким образом, первичное обследование почв Большого Соловецкого острова показало существенное влияние антропогенной нагрузки на экологическое состояние и химическое загрязнение почв. При этом исследованные подбур оподзоленный и подзолы иллювиально-железисто-гумусовые более устойчивы к антропогенному воздействию, чем торфяной подзол, который оказался наиболее загрязнен ТМ и НП. Поэтому данную работу необходимо продолжить. Для этого нужно провести дополнительный поиск источников антропогенного загрязнения, осуществить закладку тест-полигонов для проведения эколого-химического мониторинга и разработки рекомендаций по улучшению экологической ситуации в п. Большой Соловецкий.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Л.Ф. Поповой.

УДК 574.22

РАКОВИННЫЕ АМЕБЫ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ БОЛОТА «ПИНЧИНСКОЕ» (БАССЕЙН р. ЕНИСЕЙ)

С.Э. Туниекова

Сибирский федеральный университет, tuniekova_svetlana@mail.ru

Раковинные амёбы (*Amoebozoa et Rhizaria*) – представители простейших, отличительным признаком которых является наличие внешнего скелетного образования – раковинки, которая хорошо сохраняется в торфяной почве (Бобров, 2002). Характерной особенностью раковинных амёб является наличие у разных видов определенных экологических преферендумов по отношению к среде обитания, что позволяет использовать их в почвенной биодиагностике.

Цель работы: изучить влияние градиента увлажнения на структуру сообществ раковинных амёб евтрофно-мезотрофного болота «Пинчинское», расположенного на территории Канской островной лесостепи (Красноярский край, бассейн р. Енисей).

Болотный массив «Пинчинское» площадью 202 га, расположен на правом берегу Енисея, в бассейне его притока первого порядка р. Есауловки. Растительный покров болота в настоящее время образован смешанным лиственнично-елово-берёзовым разнотравно-моховым лесом. Для исследования современных сообществ раковинных амёб, пробы из мохового очеса отобраны в различных местообитаниях с учетом микрорельефа: на кочках, в мочажинных понижениях, моховых коврах и топях. Для каждой пробы в процессе отбора проведено измерения глубины уровня болотных вод (УБВ) от поверхности головок сфагнового мха. Элементы микрорельефа с УБВ 30–45 см от поверхности отнесены к повышениям, 20–30 см – к промежуточным элементам, от 20 см и менее – к понижениям.

Образцы проанализированы с помощью ризоподного метода (Рахлеева, Корганова, 2005), который заключается в количественном учете и установлении видового разнообразия раковинных амёб, и качественном анализе экологических свойств их сообществ. Статистическая обработка данных проведена при помощи приложения PAST 1.87, рассчитаны оптимумы видов и пределы толерантности по отношению к уровню болотных вод.

Общий массив поверхностных проб представлен 30 образцами, при микроскопировании идентифицировано 53 вида. Определены оптимумы для 19 видов, встреченных в 3 и более образцах.

Ранжированный по оптимумам ряд видов раковинных амёб разделен на 3 экологические группы: 1) гидрофилы (оптимум УБВ от –10 до 4.9 см): *Centropyxis orbicularis*, *Arcella* sp., *Cyclopyxis kahli*, *Diffflugia geosphaerica*, *Euglypha rotunda*, *Tracheleuglypha dentata*, *Nebela penardiana*, *N. militaris*, *Trinema lineare*, *Paraquadrula discoides*, *Heleopera sylvatica*, *H. petricola*, 2) гигрофилы (5–19.9 см): *Assulina muscorum*, *Trinema complanatum*, *Nebela penardi*, *Corythion dubium*, *Cyclopyxis eurystoma*, и 3) ксерофилы (20–35 см): *Euglypha ciliata*, *E. simplex*. Содоминирование ксерофильных и гидрофильных видов в некоторых пробах может указывать на значительные сезонные колебания уровней болотных вод. Полученные данные по оптимумам видов раковинных амёб будут применены для реконструкции палеогидрологического режима болот лесостепи Красноярского края.

Работа рекомендована к.г.н., доц. А.В. Гренадеровой.

ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГОЛЬНЫХ ОТВАЛОВ
КИЗЕЛОВСКОГО БАССЕЙНА ПЕРМСКОГО КРАЯ

А.А. Ульяничева

Пермская ГСХА, pochva@pgsha.ru

После прекращения в 90-е годы эксплуатации Кизеловского угольного бассейна на нарушенной территории сингенетично друг другу протекают процессы естественного самозарастания и педогенной трансформации поверхности отвалов.

Изучение условий зарастания и свойств субстратов проводились на одном из отвалов шахты Центральная (№ 15), расположенной недалеко от поселка Северный городского округа Губаха Пермского края, входящего в состав Кизеловского бассейна. Шахта была закрыта в 1992 году, таким образом возраст отвала составляет не менее 22 лет. Отвал представляет собой систему плосковершинных гряд высотой 5–6 м и понижений между ними. Разрезы закладывались разных элементах рельефа отвала.

Спустя два десятилетия растительные группировки на поверхности отвала представлены преимущественно пионерными видами: мать-и-мачехой, кипреем, из древесных пород в естественном зарастании преобладает береза. Причины низких темпов зарастания отвалов кроются в слабой выветрелости и токсичности слагающих их пород, представленных хаотичной смесью аргиллитов, алевролитов, битуминизированных сланцев, тонкозернистых песчаников с примесью угля. В значительном количестве присутствуют техногенные включения. Доля крупных обломков в составе субстратов варьирует в широких пределах от 20 до 90 % от массы, увеличиваясь от вершины отвала к нижним частям склонов. В составе мелкозема преобладает фракция песка, доля которого достигает 70 % от массы. Преобладание фракции песка в гранулометрическом составе указывает на преимущественное развитие физического выветривания, над биохимическими процессами. Содержание ила очень мало 1–4 %.

Высокая доля крупнозема в составе породы способствует провальной фильтрации влаги, поступающей на поверхность отвала. Высокая доля песка обуславливает низкую влагоемкость субстратов. Оба эти фактора могут создавать ксероморфность условий местообитаний.

Поверхность отвалов в ряде случаев сильно переуплотнена и имеет значения плотности 1.4–1.7 г/см³, объем пор в верхних слоях 40–45 %, в ряде случаев снижается до 30 %. В нижней части склонов суб-

страт, как правило, более рыхлый, его плотность снижается до 1 г/см^3 , а пористость увеличивается до 50–68 %.

При изучении водно-физических свойств мелкозема субстратов на поверхности отвалов определены важнейшие гидрофизические характеристики, в том числе максимальная гигроскопичность, влажность завядания, наименьшая влагоемкость, диапазон доступной влаги. В целом следует отметить неоднородность значений полученных показателей. Для них свойственны низкие показатели максимальной гигроскопичности 1.2–3.0 % от массы почвы и влажности завядания 1.8–4.6 %, что обусловлено низким содержанием илистой фракции. Наименьшая влагоемкость пород поверхности отвала и верхней части его склонов составила 17–21 % и 30–40 % – в нижней части склона. Диапазон доступной для растений влаги 20 до 43 % от массы почвы, что в целом характеризует условия влагообеспеченности как удовлетворительные.

Таким образом, развитие растительности на поверхности отвалов может сдерживаться ксероморфностью местообитаний, особенно на вершине отвала и в верхней части его склонов, представляющих собой техногенные пустоши. Этому способствуют высокая доля крупнозема в составе пород отвалов, низкое содержание илистой фракции, переуплотненность субстратов.

Работа рекомендована к.г.н., доц. М.А. Кондратьевой.

УДК 631.417.2

МОЛЕКУЛЯРНО-МАССОВЫЙ СОСТАВ ФУЛЬВОКИСЛОТ ПОЧВ ГОРОДА МОСКВЫ

А.И. Филатова

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, filatovaai@mail.ru

Изучению почвенного покрова городских территорий в последнее время уделяется все больше внимания, и постепенно эти исследования выделяются в самостоятельный раздел почвоведения. Объектами исследований служили почвы искусственных ценозов в пределах Северного административного округа г. Москвы. Контроль – почва Лесной опытной дачи (ЛОД) – 220 га смешанного леса, произрастающего в северной части г. Москвы, сформировавшаяся там почва является зональной для южной части таежно-лесной зоны.

Молекулярно-массовый состав фульвокислот урбанозема газона Тимирязевской улицы похож на ФК дерново-подзолистой почвы ЛОД. Такая же степень дисперсности; в их составе преобладает вторая фрак-

ция с ММ 12300 а.е.м. и относительным содержанием 79.1 %. На долю высокомолекулярной фракции (≥ 23440 а.е.м.) приходится всего 6.5 %, а содержание третьей фракции, имеющей ММ 7350 а.е.м., равно 14.4 %. ММ 2-й и 3-й фракций меньше по сравнению с аналогичными фракциями ФК дерново-подзолистой почвы, поэтому и примерная средневесовая ММ ФК урбанозема оказалась несколько меньше и составила 13250 а.е.м. Более высокую степень дисперсности имеют ФК урбанозема газона Коптевского бульвара, в составе которых присутствует 4-е фракции. Преобладает среди них фракция с ММ 10810 а.е.м., ее относительное содержание составило 43.3 %. Второй по значимости является 2-я фракция, имеющая ММ 14000 а.е.м. и относительное содержание 27.3 %. Содержание остальных фракций: 1-й и 3-й с ММ ≥ 23440 и 12300 а.е.м. – довольно близкое и составило 12.7 и 16.0 % соответственно. При более высокой степени дисперсности и наличии 2-х новых фракций в своем составе примерная средневесовая ММ ФК урбанозема газона Коптевского бульвара близка к таковой ФК дерново-подзолистой почвы и равна 14670 а.е.м. ФК урбанозема междомовой территории преимущественно состоят из фракций с ММ 13120 и 11530 а.е.м., относительное содержание которых составило 40.1 и 41.4 %. На долю высокомолекулярной фракции (≥ 23440 а.е.м.) приходится 15.0 %. Фракция с ММ 6050 а.е.м. присутствует в составе ФК урбанозема практически в виде примеси, поскольку ее относительное содержание составило всего лишь 3.6 %. Примерная средневесовая ММ ФК урбанозема междомовой территории составила 15100 а.е.м. В составе ФК урбанозема Петровского парка абсолютно преобладает 3-я фракция с ММ 1320 а.е.м., относительное содержание которой составило 52.9 %. Второй по значимости является 2-я фракция, имеющая ММ 16980 а.е.м. и относительное содержание 21.9 %. 1-я и 4-я фракции с ММ ≥ 23440 и 6890 а.е.м. присутствуют примерно в равных количествах: 14.2 и 11.0 % соответственно. Примерная средневесовая ММ ФК урбанозема Петровского парка равна 16090 а.е.м. Таким образом, по сравнению с ФК дерново-подзолистой почвы ЛОД ФК урбаноземов междомовой территории и Петровского парка не только более дисперсны, но и имеют более высокие средневесовые молекулярные массы. Фульвокислоты урбанозема сквера на 2-й Песчаной улице имеют самую высокую степень дисперсности и состоят из 5 фракций. Преобладает среди них 3-я фракция с ММ 13120 а.е.м., на долю которой приходится 44.5 %. В отличие от ФК всех остальных почв в составе ФК этого урбанозема второй по значимости является фракция с ММ ≥ 23400 а.е.м., ее содержание равно 23.5 %. ФК урбанозема сквера на 2-й Песчаной улице отличаются от ФК других почв. Они имеют са-

мую высокую средневесовую молекулярную массу и характеризуются наибольшей дисперсностью.

Молекулярно-массовый состав ФК урбаноземов не всегда соответствует молекулярно-массовому составу фульвокислот, образующихся при зональном типе почвообразования, такое несоответствие будет способствовать неустойчивости органопрофиля городских почв и его ускоренной деградации, в результате чего почвенный покров не сможет в полной мере выполнять свои экологические функции.

Работа рекомендована д.б.н., проф. В.Г. Мамонтовым.

УДК 631.10

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОДБУРОВ КАРЕЛЬСКОГО ПЕРЕШЕЙКА

Е.В. Фомина

Санкт-Петербургский государственный университет,
efen4ok@rambler.ru

В работе рассматривается уникальный природный комплекс на севере Карельского перешейка. Минералогический и химический состав почвообразующих пород играет важную роль в генезисе почв. Поэтому выявление генетических особенностей почв, сформированных в одинаковых условиях, но развитых на породах разного минералогического состава, является актуальным.

Основные объекты исследования – два разреза, заложенные в пределах Приозерского и Выборгского районов Карельского перешейка на вершинах сельг. Разрез 1 – подбур иллювиально-гумусовый песчаный на элювии, подстилаемом плитой гранита рапакиви, разрез 2 – подбур глееватый иллювиально-гумусовый песчаный на элювии, подстилаемом плитой микроклинового гранита с признаками гнейсовидности.

Целью работы являлось исследование влияния минералогического состава почвообразующей породы на свойства подбуров Карельского перешейка. В задачи исследования входило дать морфолого-генетическую и аналитическую характеристику почв, провести анализ морфологических свойств минералов, выявить трансформационные изменения в минералах пород и самих почв, обосновать связь химического состава почв с химическим составом минералов.

При выполнении работы использовались общепринятые методы исследования почв на кафедре почвоведения и экологии почв СПбГУ, а также метод электронной микроскопии с микроанализатором, метод

рентгенофазового анализа и метод оптической микроскопии в ресурсных центрах СПбГУ.

На основании проведенных исследований можно четко выявить следующее:

1. Почвообразующие породы характеризуются одинаковым набором первичных и вторичных минералов: кварц, полевые шпаты, минералы группы биотита, амфиболы. Различия заключаются в том, что граниты рапакиви – крупнозернистые и трещиноватые породы, микроклиновые граниты с признаками гнейсовидности являются мелкозернистыми и монолитными.

2. В результате процессов выветривания и почвообразования в минералах наблюдаются различные трансформационные изменения в пределах почвенного профиля: уменьшение размеров минеральных зерен, корродирование и появление трещин на поверхности минералов и изменение их химического состава в пределах почвенного профиля.

3. Трансформационные изменения в минералах указывают на то, что процесс почвообразования и выветривания возрастает в подбурях, сформированных на микроклиновых гранитах, что связано с их мелкозернистостью и более высоким содержанием в них слоистых минералов.

Работа рекомендована к.б.н. Г.А. Касаткиной.

УДК 631.4

КОЭФФИЦИЕНТЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ В БУРОЗЕМАХ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ (ЗАПОВЕДНИК «БАСЕГИ»)

Н.В. Хмелева

Пермская ГСХА имени академика Д.Н. Прянишникова,
hmeliovanina@yandex.ru

Для анализа условий осадконакопления и почвообразования, идентификации свойств почв применяют геохимический метод – использование геохимических коэффициентов. Цель исследований – изучить коэффициенты выветривания, отражающие почвенные процессы буроземов на Среднем Урале. Расчет коэффициентов выветривания проведен на основе валового содержания макроэлементов в буроземах, формирующихся в различных высотно-растительных условиях хребта Басеги на высоте 315, 565, 577, 590, 655, 870 м н.у.м.

Для оценки степени выветрелости применяли несколько специальных индексов.

1. Суммарное валовое содержание К, Са, Mg в буроземах на высоте 870 и 655 м н.у.м. отчетливо демонстрирует процесс дебазации. В почвах на высоте 600 м заметна дифференциация профиля по суммарному содержанию К, Са и Mg на 2 части: гумусовые горизонты обеднены элементами, а структурно-метаморфические, напротив, обогащены.

2. Содержание Са и Mg в валовом составе контролирует степень выветрелости почвообразующего материала. Молекулярное отношение $\text{CaO}:\text{MgO}$ диагностирует биологическое накопление Са в верхней части профиля буроземов. Отношения оксидов закономерно снижаются сверху вниз по профилю.

3. Отношение $\text{Na}:\text{K}$ диагностирует степень изменения состава минералов по профилю почв и, соответственно степень выветрелости. Выделены 3 типа профиля: равномерно-элювиальный – диагностирует процессы метаморфизации в буроземе метаморфизированном (590 м); равномерно-аккумулятивный – на высоте ниже 600 м в буроземе глинисто-иллювиальном (577 м); аккумулятивно-элювиально-иллювиальный – диагностирует процессы ожелезнения (870, 655, 577 м) элювирования (656 м), глинистого иллювирования (315 м). Почвы на глубине 20–30 см характеризуются узкими отношениями, что указывает на процессы выветривания первичных и образования вторичных минералов *in situ*.

4. Индексы выветривания *A* и *B* являются характеристикой интенсивности выветривания почв. Наибольшие значения *A* отмечаются в буроземе на высоте более 700 м, кроме того, интенсивность выветривания изменяется по генетическим горизонтам почв. Индекс *B* варьирует незначительно в исследуемых почвах, а по профильному изменению выделены 3 типа изменений: равномерное (870, 655 м), нарастающее постепенно (577 м) и с минимумом в срединной части профиля (315, 565, 577, 590 м).

5. Изменение коэффициента $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ по профилю, диагностирует полигенетичность буроземов в парковом редколесье и в горно-лесном поясе (315–600 м).

6. Показатель CIA изменяется от 70 до 95 единиц, что указывает на гумидные и увлажненные условия почвообразования. Коэффициенты химического изменения различны в пределах профиля: в срединной части выше (87–95), что свидетельствует о процессах оглинения. В буроземах (577, 590 м) отмечается бимодальное распределение показателя CIA, что указывает на полигенетичность почв. Так как типы почв, приурочены к определенным геобиоклиматогенным условиям формирова-

ния, то и коэффициент CIA является различным, и выстраивается ряд подтипов буроземов по усилению степени выветрелости: глинисто-иллювирированный (315, 577 м) метаморфизированный (590 м) ожелезненный (655).

7. Интенсивность выветривания почв по $Al_2O_3/(CaO+MgO+Na_2O+K_2O)$ изменяется в широком диапазоне: от 0.91 до 2.68. Минимально процессы выветривания проявляются в буроземе элювирированном (1.09–1.47), глееватом ожелезненным (1.07–1.44). Максимальная интенсивность выветривания по всему профилю отмечается в буроземах, образующихся в суровых условиях на высоте более 650 м н.у.м (1.80–2.68), а в буроземах на высоте 315–600 м интенсивность выветривания несколько ниже и изменяется в диапазоне 1.65–2.27.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. И.А. Самофаловой.

УДК 631.46

АКТИВНОСТЬ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА ЛИЧИНОК ТИПУЛИД С РАЗЛИЧНЫМИ ПИЩЕВЫМИ ПРЕФЕРЕНЦИЯМИ

А.Н. Чернышёва

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
bravolina119@gmail.com

Личинки комаров-долгоножек являются фито- и сапрофагами и, подобно дождевым червям, активно перерабатывают листовой и древесный опад. Известно, что личинки сами не способны к разложению полимеров, что придает особую актуальность изучению их микробиома. Состав микробного комплекса ЖКТ личинок можно рассматривать как приспособление к освоению личинками разных трофических ниш.

В связи с этим целью нашей работы было комплексное изучение микробных сообществ различных отделов желудочно-кишечного тракта личинок типулид разных эколого-трофических групп и их влияние на биологическую активность почв и субстратов, в которых они обитают. В задачи исследования входило: определение активности микробной азотфиксации, численности и функционального разнообразия микроорганизмов в пищеварительном тракте личинок типулид с разными пищевыми предпочтениями, в почве и в субстратах в местах их обитания.

Объектами исследования служили почвообитающие личинки-сапрофаги *Tipula (Acutipula) maxima* Poda, 1761 и образцы урбо-дерново-глеевой почвы с мест их обитания; растительные личинки-брюфаги

Tipula staegeri Nielsen, 1922 и мох, в котором они живут и которым питаются; личинки-ксилофаги *Tipula irrorata* Macquart, 1826 и образцы древесины, в которой они обитают; личинки-микофаги *Metalimnobia bifasciata* Schrank, 1781. В работе были использованы методы газовой хроматографии, изотопный метод, метод посева на твердые питательные среды и метод мультисубстратного тестирования (МСТ).

Впервые двумя методами (ацетиленовым и изотопным) установлена высокая нитрогеназная активность в ЖКТ личинок *Tipula maxima* и выявлено, что основным агентом азотфиксации в личинках является содержимое кишечника, а не микроорганизмы, ассоциированные с его стенками. У личинок *T. irrorata* – обитателя разлагающейся древесины, ксилосапрофага, и личинок *T. staegeri* – обитателя моховой дернины, фитофага активность азотфиксации была несколько ниже. Установлено достоверное влияние личинок на процессы микробиологической трансформации азота и углерода в почве. Отмечено достоверное увеличение активности актуальной азотфиксации в почве и мхе.

Методом мультисубстратного тестирования изучено функциональное разнообразие микробного сообщества ЖКТ личинок, почвы, мха и древесины, а также контрольных образцов субстратов.

Численность сапротрофных бактерий в кишечнике всех исследованных видов личинок, определяемая методом посева на глюкозо-пептонно-дрожжевой среде, достигала 10^7 КОЕ/г, что сопоставимо с показателями в почве и в других субстратах, связанных с ними, которые в 2–4 раза выше, чем в контрольных образцах. Стоит отметить высокую численность азотфиксирующих микроорганизмов в содержимом кишечника всех изученных типулид, выявленную при посеве на твердую питательную среду Федорова-Калининской – 10^7 КОЕ/г, хотя обычно их численность не превышает 10^6 КОЕ/г.

Таким образом, нами была впервые обнаружена нитрогеназная активность в ЖКТ личинок комаров-долгоножек разных видов, которая в значительной степени влияет на биологическую активность населяемых ими субстратов. В почве, населенной личинками типулид, достоверно увеличивается скорость процессов микробной трансформации азота. В пищеварительном тракте личинок типулид и населенных ими субстратах выявлена высокая численность азотфиксаторов. Также наблюдается увеличение параметров функционального разнообразия в почве и в субстратах, связанных с личинками.

Работа рекомендована к.б.н, доц. Н.В. Костиной.

ГИС-ТЕХНОЛОГИИ КАК МЕТОД ЗОНИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ
ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ г. РОСТОВ-НА-ДОНУ

К.В. Чурсинова¹, Ю.А. Литвинов², П.В. Буздакова³
Южный Федеральный университет, ¹renonverbi@mail.ru,
²litvinov_ua@mail.ru, ³posik_96@mail.ru

На сегодняшний день исследование земной поверхности методом зонирования является одним из наиболее перспективных способов, используемых в различных областях науки. Разделение местности по одному или нескольким факторам на зоны значительно упрощает картографирование территории, так как экстраполяция сопоставляемых признаков строится на принципе подобия.

Городские почвы имеют ряд особенностей, существенно отличающие их от почв естественных территорий. Изучение почв урбанизированных территорий заслуживает особого внимания и в связи с необходимостью постоянного мониторинга городской среды в целом, а это зачастую невозможно без картографической основы – карт и картограмм территорий урболандшафтов.

Исследования проводили на территории Большого Ростова – моноцентрической части Ростовской агломерации, включающей в себя города Ростов-на-Дону, Батайск и Аксай. В России это четвертый по размеру мощный межрегиональный центр, являющийся объектом притяжения южной части страны. Общая площадь исследованной территории составляет 493.1 км²: площадь Батайска – 77.6 км², Аксая – 67.5 км², Ростова-на-Дону – 348 км².

Данные, полученные из мониторинговых участков функциональных зон исследуемых городов, можно экстраполировать на всю территорию и выявить тенденцию развития городских почв в постоянно меняющихся во времени условиях.

Руководствуясь статьей 85 ЗК РФ, литературными источниками, и опираясь на данные дистанционного зондирования, мы разделили Ростовскую агломерацию на следующие зоны: а) селитебные территории, включившие в себя многоэтажную, одноэтажную и историческую застройки, торгово-развлекательные центры, бульвары; б) производственные – промзоны, коммунально-складские территории; в) ландшафтно-рекреационные зоны. Выделили также железнодорожные пути и прилегающую к ним зону.

Селитебная зона представлена преимущественно одноэтажной застройкой частных домовладений, располагающейся по всей террито-

рии агломерации и занимающей наибольшую площадь из всех зон (10831.48 га), многоэтажная застройка рассредоточена по всему Большому Ростову, обособляясь крупными массивами в новых строящихся районах (3509.34 га).

Площадь зоны рекреации агломерации «Большой Ростов» составляет 23080.39 га (без учета кладбищ), что превышает территорию с повышенной степенью урбанизации (20899.25 га), включающую центральную историческую часть города Ростов-на-Дону, микрорайон «Западный», а также промышленные зоны городов Батайск, Азов и Ростов-на-Дону, коммунально-складские помещения и прилегающие к ним земли, рынки, аэропорт, часть Пролетарского района. Расширение зоны рекреации наблюдается за счет пойменных территорий между гг. Ростов-на-Дону и Батайск, а также еще не застроенной территории восточной и южной части г. Батайска, западной и северной части Ростова-на-Дону.

Производственная и селитебная территории, зоны рекреации являются самыми объемными в Ростовской агломерации, они включают в себя 12 подзон, а в общей дифференциации было выделено 609 почвенных контуров.

Исследование выполнено в рамках внутреннего гранта ЮФУ с использованием оборудования ЦКП «Биотехнология, биомедицина и экологический мониторинг» и ЦКП «Высокие технологии» Южного федерального университета.

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.С. Безугловой, к.б.н., в.н.с. С.Н. Горбовым.

УДК 631.43

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДИЗЕЛЬНЫМ ТОПЛИВОМ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

Е.С. Шамарина

Санкт-Петербургский государственный университет, al-aiwe@mail.ru

Загрязнение нефтью и нефтепродуктами на сегодняшний день по-прежнему считается одним из самых масштабных и тяжёлых видов воздействия на окружающую среду. Значительное влияние эти токсичные соединения оказывают на почву и её важнейшие характеристики, определяющие экологическую устойчивость и плодородие. Следовательно, нет ничего удивительного в том, что интерес учёных к данной проблеме не угасает.

Основная часть исследований посвящена изучению химических и биологических показателей, тогда как физическим, а в особенности физико-механическим уделяется меньше внимания. Та же ситуация наблюдается при изучении влияния на почву нефтепродуктов: они используются в экспериментах куда реже чистой нефти.

Объектами данных исследований служили следующие почвы: дерново-мелкоподзолистая легкосуглинистая на морене и торфяно-подзол-элювомом глеевый потечно-гумусовый супесчаный на двучлене. Был проведён натурный эксперимент с искусственным загрязнением почв дизельным топливом в концентрации 16 л/м^2 и лабораторный опыт с имитацией загрязнения в 5 % и 15 % от массы почвы.

Уровень и глубина загрязнения почв дизельным топливом оценивалась по содержанию углерода, определённого методом Тюрина. Изучение физико-механических свойств почв проводилось общепринятыми методами.

Дизельное топливо оказывает воздействие на изменение физико-механических свойств почв в зависимости от их гранулометрического состава.

Липкость почв закономерно снижается, пропорционально росту концентрации дизельного топлива, эти изменения наиболее заметны в почве лёгкого гранулометрического состава. Изменяется характер поверхности твердой фазы, уменьшается удельная поверхность, почва становится несмачиваемой, гидрофобной. Впрочем, с агрономической точки зрения снижение липкости не является критическим.

Те же тенденции наблюдаются при исследовании пластичности: и верхний, и нижний пределы пластичности уменьшаются пропорционально возрастанию концентрации дизельного топлива. Наиболее заметные трансформации наблюдаются в варианте лабораторного опыта с 15 % загрязнением. При изменении верхнего и нижнего пределов пластичности закономерно меняется и число пластичности: оно снижается, при этом при высоких дозах поллютанта почвы переходят в более низкий класс пластичности (пластичные – в слабопластичные). Уменьшение пластичности относится, скорее, к негативным последствиям загрязнения: почва становится менее устойчивой к различным внешним механическим воздействиям.

При загрязнении дизельным топливом для почв разного гранулометрического состава наблюдается одинаковая тенденция: достаточно серьёзное (на треть, а то и в два раза) снижение степени набухания. Наиболее контрастные трансформации обнаруживаются в почвах лёгкого гранулометрического состава и в вариантах опыта с 15 % загрязнением.

Таким образом, под влиянием загрязнения дизельным топливом происходит изменение всех исследуемых в данной работе физико-механических свойств дерново-мелкоподзолистой легкосуглинистой почвы на морене и торфяно-подзол-элювозёма глеевого потёчно-гумусового супесчаного на двучлене. Основная тенденция заключается в уменьшении значений физико-химических показателей, причем наиболее контрастные изменения величин изученных свойств прослеживаются в почвах лёгкого гранулометрического состава. То есть, загрязнение почв дизельным топливом приводит к существенному ухудшению их физико-механических свойств.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Федоровой Н.Н.

Секция II

*Почвы и
продовольственная
безопасность*

УПРАВЛЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫМ МИКРОБНЫМ СООБЩЕСТВОМ
ПОЧВЫ В БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

О.А. Андреева

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
elvi.23@mail.ru

Современная сельскохозяйственная микробиология одной из важных задач считает создание консорциумов микроорганизмов, положительно влияющих на рост культурных растений. Выделенные из природных источников микроорганизмы имеют множество механизмов взаимодействия с растениями: синтез гормонов, антибиотиков, сидерофоров и др. Использование биопрепаратов с такими микроорганизмами способствует повышению урожайности растений и улучшению качества сельхозпродукции. Активность ризосферных микроорганизмов в отношении фитопатогенов может не уступать или даже превосходить аналогичные химические препараты.

Основной проблемой в этой области является создание такого консорциума, в котором микроорганизмы не вступают в антагонистические взаимодействия и устойчиво функционируют в почве. Наиболее перспективной в этом случае представляется идея создания микробного сообщества непосредственно в почве (без выделения в чистые культуры) методом изменения естественного микробного сообщества.

Принимая это во внимание, становится интересной идея С.Н. Виноградского об управлении природным микробным сообществом почвы, включая культивируемые и некультивируемые популяции, на основе «динамической микробиологии» со «схватыванием на лету» необходимых в конкретной задаче функциональных характеристик.

Основной объект нашей работы – естественные почвенные микробные сообщества, препараты которых получали после предварительной подготовки (УЗ, вортекс) и центрифугирования без процедуры культивирования на питательных средах. В качестве целевых функций для оптимизации с поиском максимальных и минимальных значений использовали как структурные и функциональные показатели микробных сообществ, так и индексы активации растений. В качестве проектных параметров (независимые переменные) применяли показатели, связанные с инициацией и особенностями микробных сукцессий (ресурсы и их уровни, время, разведение и т. д.). Для численного решения оптимизационной задачи использовали метод математического планирования.

В соответствии со схемой полного факторного анализа, где факторами инициации сукцессии было внесение дополнительных источников углерода и азота (глюкоза и нитрат натрия) были получены микробные комплексы, в которых изучались следующие параметры: численность бактерий, длина мицелия грибов и актиномицетов, ферментативная активность (пероксидазы, эстеразы), влияние комплекса на рост растений. Расчетными методами были определены оптимальные уровни воздействия факторов инициации сукцессии для получения препарата с искомыми свойствами.

Для полученных препаратов установлено, что они сохраняются в ризосфере и ризоплане растений на ранних этапах вегетации (1 месяц). В полевых испытаниях установлены эффективность: повышение урожайности ярового ячменя на различных фонах удобрений. В настоящий момент остается не решенным вопрос создания удобной препаративной формы.

Работа рекомендована д.б.н., в.н.с. П.А. Кожевиным.

УДК. 631.4

ОЦЕНКА ОСУШЕННЫХ ДЕРНОВЫХ ОГЛЕЕННЫХ ПОЧВ В ПРЕДЕЛАХ ПОЛЕССКОЙ РАВНИНЫ

А.А. Басаргина

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический
университет», anna.basargina.96@mail.ru

Базой для внедрения адаптивно-ландшафтных систем земледелия является агроэкологическая оценка почв. Исследования проводились в 2015–2016 гг. на опытном поле ФГБНУ «Калининградский НИИ сельского хозяйства», расположенном в пределах Полесской низменности. Целью работы явилась оценка почв и продуктивности опытных посевов козлятника восточного (*Galega orientalis* Lam.) в смеси со злаковыми травами. В геохимическом отношении поле представляло собой трансэлювиально-аккумулятивный элементарный ландшафт пологого приречного склона. В таких условиях сформировались дерновые почвы разной степени оглеения, которые осушаются со сбросом дренажных вод в р. Овражка.

Почвообразующими породами являлись высококарбонатные валунные суглинки, слабовыщелоченные в процессе почвообразования. Карбонаты в профиле почв встречались в двух формах: белесые осколки известняков (первичные карбонаты) и мучнистые скопления и прожилки (карбонатные новообразования). Степень окарбоначенности иллюви-

альных горизонтов почв была средняя, с глубиной увеличивалась до высокой (более 30 % CaCO_3). Почвы формировались под влиянием оглеения в присутствии карбонатов.

Реакция среды в пахотных горизонтах всех почв была нейтральная или близкая к нейтральной. Гумусовый горизонт почв имел мощность 20–32 см. Содержание гумуса от среднего до высокого (2.2–5.2 %), вариабельность в пространстве связана с влиянием гидрологических условий. Почвы характеризовались неудовлетворительным и плохим агрегатным состоянием по данным сухого рассева. Структура глыбистая. Это следствие применения отвальной вспашки на осушенных оглеенных почвах. Процент глыбистой фракции закономерно увеличивался от дерново-среднеглееватой к дерново-сильноглееватой почве в связи с наличием плужной подошвы. Однако по данным мокрого просеивания выяснилось, что водопрочность агрегатов увеличивалась с нарастанием степени гидроморфизма. Это результат насыщения почвенного поглотительного комплекса ионами кальция на фоне повышенного содержания гумуса.

В ходе изучения режима влажности почв в метровой толще установлено, что верховодка обычно образуется весной и осенью в дерново-глеевой почве замкнутого понижения. В апреле и ноябре она стоит на 80–100 см. Иногда наблюдалось два слоя верховодки, которые приурочены к подпахотному слою и линзам супесей в профиле почвы.

Количество подвижных фосфатов во всех почвах было очень высокое, а содержание обменного калия в почвах катены изменялось от очень высокого до среднего.

Изученные дерновые оглеенные осушенные почвы на высококарбонатных породах отличаются от зональных дерново-подзолистых почв повышенным плодородием. Смешанные посевы козлятника со злаковыми травами (*Phleum pratense* L., *Dactylis glomerata* L., *Poa pratensis* L., *Arrhenatherum elatius* (L.) P. Beauv. ex J. Presl & C. Presl) показали высокую продуктивность (6–8 т/га воздушно-сухой массы). Наличие плужной подошвы и сильноглееватого горизонта сразу под пахотным в дерново-глееватых почвах приводило к снижению урожайности на 23.3 % общей фитомассы травосмеси и в среднем на 20 % козлятника. В замкнутых микропонижениях происходил полный выпад козлятника при сохранении злакового компонента. Поэтому необходимыми мероприятиями являются раскрытие западин, подпахотное рыхление, другие мероприятия для отвода избыточной влаги, а также поддержание в рабочем состоянии дренажных сетей.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. О.А. Анциферовой.

Современная направленность почвенно-картографических работ на обоснование адаптивно-ландшафтных систем земледелия, точного земледелия, почвенно-экологического мониторинга повышает требования к отображению пространственной неоднородности природной среды [Сорокина Н.П., Козлов Д.Н., 2012]. Автоматизированные методы картографирования могут рассматриваться как один из путей повышения качества и информативности как почвенных карт, так и карт почвенных свойств в сочетании с оценкой достоверности выходных карт. С внедрением цифровых методов достигается увеличение скорости картографирования и снижение стоимости картографических работ [MacMillan et al., 2008]. Во всём мире сегодня происходит переход от бумажных карт к цифровым.

Важным элементом в составлении цифровых карт является статистическая обработка результатов исследований. Для этой цели используются различные методы статистического обучения (машинного обучения).

Целью работы являлось составление карт групп структур почвенного покрова (СПП) при помощи различных методов машинного обучения, с последующим сравнением полученных результатов, на примере хозяйства ОАО «АФ «Роговатовская Нива» Старооскольского городского округа Белгородской области.

Территория хозяйства расположена в южной части Среднерусской возвышенности на водораздельных территориях, сильно изрезанных овражно-балочной сетью. Согласно природно-сельскохозяйственному и почвенно-географическому районированию хозяйство расположено в зоне лесостепи на типичных черноземах (миграционно-мицелярных черноземах в соответствии с «Классификацией и диагностикой почв России», 2004 г. и *Harpic Chernozems* в соответствии с классификацией WRB). Большая часть агрочерноземов относилась к смытым, в том числе средне- и сильносмытым. Сравнительно велика доля полугидроморфных почв.

Было проведено полевое почвенно-ландшафтное обследование (252 точки почвенного опробования и 42 точки бурения) и в ходе работ была выявлена закономерность формирования СПП на территорию хозяйства.

С использованием топографической карты масштаба 1:10 000 была построена цифровая модель рельефа (ЦМР) с разрешением 20 м в программе SAGA GIS. На основе ЦМР были рассчитаны морфометрические характеристики рельефа (крутизна, индекс конвергенции, водосборная площадь, индекс влажности и т. д.), которые задавали факторно-индикационную основу.

На исследуемой территории рельеф выступал главенствующим фактором распределения структур почвенного покрова. Следовательно, были использованы характеристики рельефа для выделения следующих групп структур почвенного покрова: полугидроморфные, автоморфные, слабоэродированные, среднеэродированные, сильноэродированные, полугидроморфно-зональные, почвы овражно-балочного комплекса.

Выделенные группы структур почвенного покрова задавали эталоны или обучающую выборку, на которой строились вероятностно-статистические модели. Территория, не обеспеченная полевыми описаниями, составила обучаемую выборку [Пузаченко, 2004].

В качестве средства построения вероятностной модели и интерпретации точечных описаний были использованы четыре метода машинного обучения: линейный дискриминантный анализ, мультиномиальная логистическая регрессия, случайный лес и метод опорных векторов. В итоге на территорию хозяйства, при помощи каждого из четырёх методов, была получена карта групп СПП.

Работа рекомендована ассистентом А.В. Чинилиным.

УДК 632.934

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАБОТЫ ФИЗИЧЕСКИ ОБОСНОВАННЫХ МОДЕЛЕЙ

А.А. Белик

Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова,
belikalexandra@gmail.com

Миграция веществ в почве строго подчинена физическим законам переноса, которые нашли отражение в математическом аппарате так называемых физически обоснованных моделей. В области применения пестицидов использование математических моделей позволило решать многие практические задачи: оценка рисков применения, оптимизация воздействий, принятие решений о возможности регистрации новых продуктов и многие другие.

Модели миграции пестицидов имеют блочных принцип строения (блоки «Почва», «Растения», «Метеоусловия» и «Вещество»). Для работы каждого из блоков модели необходимо иметь входные данные: начальные и граничные условия, и экспериментальное обеспечение (гидрофизические и гидрохимические параметры, свойства почв и др.). Почва является пространственно неоднородной системой и сложным объектом для моделирования, поэтому, несмотря на огромные преимущества использования компьютеризированных методов над натурными экспериментами, часто возникает вопрос о полноте входных данных модели, ведь от этого зависит точность прогноза. Для увеличения прогнозной силы модели проводят калибровку экспериментального обеспечения по опытным данным о разложении пестицида.

Наибольших успехов в моделировании миграции пестицидов достигли страны ЕС и США, так в ЕС разработаны стандартные сценарии (набор почвенно-климатических условий, характерный для определенной территории), охватывающие большую часть ЕС (проект FOCUS – Forum for Co-ordination of pesticide fate models and their Use). Для России подобные работы ведутся не так активно, ВНИИ фитопатологии (ВНИИФ) разработаны входные сценарии для шести сельскохозяйственных регионов. В существующий на сегодняшний день подход к оценке экологической опасности пестицидов в окружающей среде для целей их государственной регистрации необходимо добавить новые варианты внесения пестицидов. Например, введение сценария погодных данных для трещиноватых почв с засушливым вегетационным сезоном и обильными поливами, вариант «наихудшего случая», когда миграция по преимущественным путям в почве токсикантов будет максимальной. Составление подобных стандартных сценариев должно опираться на экспериментальный материал. Модели должны быть параметризованы, настроены по экспериментальному материалу и проверены на другом независимом эксперименте.

К настоящему времени имеются данные по полевой миграции пестицидов в различных почвах РФ (дерново-подзолистая, черноземная и каштановая почвы), поведению пестицидов в лизиметрических опытах и лабораторные исследования. Сочетая эти данные с физическими свойствами почв и погодными условиями, можно создавать новые стандартные сценарии. Поэтому в рамках нашей работы предполагается составление базы данных, экспериментально обоснованной платформы для сборки сценариев математических моделей разного уровня. Математические модели постоянно развиваются, появляются новые версии, поэтому очень важно сформировать не узкоспециализированный сценарий

рий для конкретной модели, а иметь возможность модернизировать его по мере потребностей. Таким образом, будут представлены не конечные итоговые сценарии, а отдельные модули, совмещая которые в каждой модели наиболее подходящим образом можно получить адаптированную и настроенную модель миграции пестицидов в почвах независимо от ее внутреннего строения (математического аппарата).

Данная платформа будет полезна при оценке экологического риска, и помимо работ в области прогнозирования изменения окружающей среды, станет инструментом для мониторинга уже имеющейся ситуации.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Е.В. Шеином, к.б.н., н.с. А.А. Кокоревой.

УДК 631.4

ОСОБЕННОСТИ ТЕМНО-СЕРЫХ ПОЧВ ЮГО-ВОСТОКА ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

М.В. Воробьев

Мичуринский государственный аграрный университет,
Stepanzowa@mail.ru

Левобережье реки Матыра, недалеко от места ее впадения в реку Воронеж, представляет собой волнистую равнину, хорошо переработанную речной и балочной сетью. В геоморфологическом отношении – это третья и четвертая надпойменные террасы реки Воронеж, сложенные аллювиально-делювиальными песчано-иловатыми и водно-ледниковыми среднесуглинистыми песчано-пылеватými отложениями. На наиболее высоких отметках рельефа встречаются покровные пылеватые карбонатные суглинки. Характерными особенностями рельефа этой территории являются многочисленные неглубокие выположенные ложбины и суффозионные блюдца, занятые на полях осиновыми и ивовыми кустами. По мере удаления от реки Матыры гранулометрический состав почвообразующей породы становился более тяжелым, в составе уменьшалось доля песка, увеличивалась доля пылеватой фракции. Исследования почвенного покрова осуществлялось в сентябре 2016 года в процессе проведения почвенно-агрохимического обследования 1300 га пашни Грязинского района Липецкой области. Основной фон почвенного покрова составляли темно-серые почвы в сочетании с темно-серыми глееватыми в понижениях, серыми лесными на более легких почвенных разностях и серыми лесными смытыми – на склонах. Мощность гумусо-

вого горизонта этих почв не превышает 40–50 см, содержание гумуса 3–5 %, у смытых разностей мощность гумусового горизонта составляла 20–25 см, содержание гумуса снижалось до 2 %. Гранулометрический состав почвы – тяжелый суглинок иловато-песчаный. Содержание песчаной фракции составляло 20–40 % (преобладала фракция мелкого песка), что определяло пылеватую структуру почв и развитие таких негативных процессов как дефляция, плоскостной смыв и линейная эрозия. Обследование показало их проявление на ряде полей. Содержание илистой фракции в гумусовом горизонте – 20–25 %, в переходном – достигало 30–35 %. Формирование внутрипочвенного водоупора способствовало застою поверхностной влаги в многочисленных понижениях. Доля гидроморфных почв на отдельных полях составляла 10 %. Темно-серые глееватые почвы характеризовались повышенной плотностью ($1.30–1.45 \text{ г/см}^3$), призматической структурой гумусового и переходного горизонта. Застой влаги сопровождался формированием с глубины 60 см бесструктурного глеевого горизонта с мраморовидной окраской, с 40 см – появлялись многочисленные вкрапления Mn, скелетаны, глинисто-гумусовые кутаны, пятна ожелезнения. На участках распространения темно-серых сильноглееватых почв отмечались выпадения и/или сильное угнетение сельскохозяйственных растений. Эти почвы характеризовались сильнокислой реакцией со степенью насыщенности основаниями 65–75 %, по сравнению с 80–90 % – у неоглеенных разностей. Они бедны щелочногидролизуемым азотом и подвижным фосфором. В местах распространения покровных карбонатных суглинков на самых высоких отметках рельефа были сформированы темно-серые остаточнокорбонатные почвы, в которых мощность гумусового горизонта достигала 60 см, последний имел мелкозернистую структуру. Содержание гумуса достигало 5.5 %. Плотность гумусового горизонта была не более 1.1 г/см^3 , переходного – 1.25 г/см^3 . Гранулометрический состав – тяжелый суглинок пылеватый, дифференциация по илу – незначительная. Наличие карбонатного горизонта на глубине 100–120 см обеспечивало близкую к нейтральной реакцию почвы и степень насыщенности основаниями 90 %. Почвы хорошо обеспечены всеми элементами питания и по плодородию не уступают черноземам. С глубины 120 см суглинистые отложения подстилались супесчаными. Это обеспечивало хороший дренаж почвы. На полях, где распространены эти почвы, значительно меньше промоин, ложбин и просадочных блюдечек, доля гидроморфных почв в почвенном покрове менее 3 %.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Л.В. Степановой.

ЭФФЕКТИВНЫЕ ВИДЫ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В КОРТОКОРОТАЦИОННЫХ СЕВООБОРОТАХ В СТЕПНОМ КРЫМУ

А.А. Гонгало, А.В. Приходько

ФГБУН «НИИСХ Крыма», Симферополь, isg.krym@gmail.com

Одним из наиболее важных показателей плодородия почвы является содержание гумуса. В Крыму за период с 1990 по 2014 годы внесение органических удобрений сократилось с 8,2 до 0,4 т/га посевных площадей. Тенденция уменьшения объемов внесения органических удобрений под посевы сельскохозяйственных культур в последние десятилетия обусловлена снижением поголовья крупного рогатого скота – до недавнего времени основного источника органических удобрений.

Нехватка традиционных органических удобрений ставит задачу искать и изучать новые альтернативные виды, включать их в современные агротехнологии. Птичий помет и сидеральные культуры являются ценными органическими удобрениями, которые способствуют существенному улучшению агрохимических свойств почвы, значительному увеличению урожайности и качества продукции сельскохозяйственных культур, их окультуриванию, защищают почву от эрозии.

Исследования по определению наиболее эффективных видов органических удобрений на основе птичьего помета и сидеральных культур в короткоротационных севооборотах проводятся в стационарном трехпольном севообороте, со следующим чередованием культур: пар (черный или сидеральный) – пшеница озимая – ячмень озимый.

Наибольшую урожайность как в 2015 – 5,97 т/га, так и в 2016 году – 6,17 т/га обеспечил стеблестой озимой пшеницы по чистому пару с внесением куриного помета 10 т/га. В условиях 2015 года достоверное снижение урожайности на 0,76–0,85 т/га по сравнению с наиболее продуктивным посевом обеспечили следующие варианты: без внесения удобрений с внесением гранулированного органического удобрения «Яркое поле» и при использовании в качестве сидератов горохово-овсяной смеси и горчицы сарептской. В условиях 2016 года разница в урожайности пшеницы озимой по всем вариантам находилась в пределах ошибки опыта, а по ячменю озимому сказалось последствие внесения навоза в дозе 30 т/га, который дал существенную прибавку урожая на 1,06 т/га.

Зерно, полученное при благоприятных погодных условиях, было крупным: масса 1000 семян составила 37,6–38,5 г, а натура зерна изменялась от 759 до 772 г/л, что соответствует требованиям, предъявляе-

мым к зерну I класса. Вместе с этим, условия избыточного увлажнения в период формирования урожая оказали отрицательное влияние на стекловидность (43.5–47.5 %) и содержание клейковины (22.1–27.2 %). По данным показателям, независимо от применяемых видов органических удобрений, зерно относилось к III классу.

Птичий помет в дозе 10 т/га, уступая навозу (30 т/га) более чем в два раза по количеству внесенного органического вещества, обеспечивал более высокое поступление в почву минерального азота и фосфора. Применение в качестве сидерального удобрения вико-пшеничной смеси по количеству азота превышало все виды органических удобрений. Среди сидеральных культур, следует отдавать предпочтение озимым культурам, которые эффективнее используют запасы почвенной влаги и обеспечивают более высокую урожайность зеленой массы.

При использовании альтернативных видов органических удобрений производственные затраты снижались в 1.8–2.7 раза по сравнению с применением навоза. Затраты на выращивание и заделку в почву сидеральных удобрений были значительно ниже затрат на внесение органических удобрений.

Работа рекомендована д.б.н., главным научным сотрудником Т.Н. Мельничук.

УДК 631.4

ОСОБЕННОСТИ ВОДНОГО РЕЖИМА И ПРОДУКТИВНОСТЬ СВЕТЛО-СЕРЫХ ПОЧВ НА ДВУЧЛЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ СЕВЕРА ТАМБОВСКОЙ РАВНИНЫ

И.М. Даутоков

Мичуринский государственный аграрный университет,
Stepanzowa@mail.ru

Комплекс светло-серых поверхностно-оглеенных почв приурочен к I надпойменной террасе р. Лесной Воронеж. Пылеватый гранулометрический состав и бесструктурность верхних горизонтов определяет застой влаги в понижениях весной и после ливневых летних дождей. Почвы сформировались на двучленных отложениях – пылеватых супесях, подстилаемых мелкозернистыми подморенными песками с глинистыми прослоями. Дополнительное увлажнение было обусловлено атмосферными водами. Исследования проводились в 2012–2016 гг.

Таблица. Продуктивность светло-серых поверхностно-оглеенных почв.

Разрез, почва	Водный режим, в средний по обеспеченности осадками год	Урожайность, ц/га			
		ячмень	однолетние травы	многолетние травы	многолетние травы
		2012 год	2013 год	2015 год	2016 год
1. Светло-серая	Отсутствие поверхностного застоя влаги	42.7±4.4	70.4±8.1	153.5±14.3	141.3±19.5
2. Светло-серая глубоко-оглеенная		29.4±1.1	95.0±6.0	145.0±22.5	133.6±21.7
3. Светло-серая поверхностно- слабооглеенная	Застой влаги 1–2 недели	41.0±3.2	188.3±11.5	118.5±22.2	87.9±8.3
4. Светло-серая поверхностно- сильнооглеенная	Весенний застой влаги 3–4 недели	16.6±2.5	181.1±3.5	116.9±22.15	137.5±15.6
5. Светло-серая поверхностно-глеевая	Вымочки после летних ливней	вымочка	59.6±4.1	127.5±18.0	99.2±20.1

2012 год – средний по обеспеченности зимними и летними осадками. Застой влаги после ливневых дождей в июне вызвал вымокание посевов ячменя на глеевой почве и снижение урожайности этой культуры в 3 раза на сильнооглеенной почве. В глубокооглеенной почве на склоне влажность к середине июня верхних 50 см опускалась до ВРК, недостаток влаги приводил к снижению урожайности зерновых. 2013 год – средний по зимним и влажный по летним осадкам. Урожайность однолетних трав (вико-овес) была максимальной на оглеенных почвах, на глеевой почве – длительный застой вызвал угнетение трав, в неоглеенной и глубокооглеенной почвах влажность уже к началу лета опусткалась до ВРК, что вызвало задержку в развитии растений. 2014 год был сухим по осадкам зимнего периода и экстремально-сухим по летним осадкам. Засуха сопровождалась высокими температурами. К концу мая все почвы пересохла до ВЗ на глубину 1 м, и растения погибли. 2015 год был экстремально сухим по зимним осадкам и влажным по летним. Осадки выпадали равномерно и до середины лета влажность всех почв была в интервале ВРК-НВ, это определило высокую продуктивность многолетних трав на всех изучаемых почвах. 2016 год был влажным по зимним осадкам и уникально-влажным по летним. На оглеенных и глеевой почвах наблюдался весенний застой влаги (1–4 недели) и летние кратковременные периоды поверхностного затопления (3–5 дней). Это привело к задержке в развитии многолетних трав. В результате их максимальная продуктивность была на светло-серой неоглеенной почве.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Л.В. Степанцовой.

УДК 631.438.2

НАКОПЛЕНИЕ ЦЕЗИЯ-137 ДИКОРАСТУЩИМИ ГРИБАМИ ИЗ ПОЧВЫ СОСНОВОГО ЛЕСА

Е.Д. Иванов

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
evgeniy_ivanov2000@mail.ru

Сбор и употребление в пищу дикорастущих съедобных грибов является частью нашей национальной культуры. Одним из последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции (26.04.1986) является выброс ^{137}Cs в окружающую среду и его распространение. Живые организмы охотно поглощают ^{137}Cs , поскольку его химические свойства и физиологическое действие близки к калию, необходимому для жизнедеятельности. Грибы обладают адсорбционным типом питания. Благо-

даря разветвленной системе вегетативных гиф, они накапливают ^{137}Cs из почвы.

Цель работы – провести мониторинг активности ^{137}Cs в почве соснового бора, произрастающего на берегу реки Оредеж, и сопоставить полученные данные с активностью в дикорастущих грибах.

Отбор почвы для анализа и сбор плодовых тел грибов проводились на пробной площади размером 20х30 м в сосняке бруснично-вересковом и ее окрестностях. Расположение: Лужский р-н Ленинградской области на левом берегу р. Оредеж между впадением р. Кременка и плотиной малой ГЭС. Географические координаты пробной площади (N 59°02.528', E030°31.423', H 45 м). Измерение активности ^{137}Cs проводилось на приборе радиометр «Бета».

Напочвенное проективное покрытие в равных долях следующее: кустарнички брусники – *Vaccinium vitis-idaea* L., моховой покров – преимущественно *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. – Плеврозиум Шребера, остальное – опад из сосновых иголок и коры.

Активность в опаде 670 ± 70 Бк/кг. Результаты измерения активности ^{137}Cs по почвенным горизонтам следующие: маломощная подстилка (1.0–1.5 см) обладает активностью 750 ± 75 Бк/кг, гумусовый горизонт, мощностью (1.0–1.5 см) – 290 ± 30 Бк/кг, нижерасположенный подзолистый горизонт 60 ± 6 Бк/кг. Активность ^{137}Cs в опаде и подстилке высокая и превышает 400 Бк/кг. Для сравнения ее можно сопоставить с активностью в очесе сфагнового мха, составляющей около 680 Бк/кг (Иванов, 2016).

Несмотря на промывной водный режим почвы, сформировавшейся на легких песках, аккумуляция ^{137}Cs происходит в верхних почвенных горизонтах общей мощностью 3 см, в подстилке и гумусовом горизонте, что свидетельствует о высокой биогенной активности в данных почвенных горизонтах, обусловленной конями сосны, мицелием эктомикоризных и сапротрофных видов грибов и ассоциированных с ними бактерий.

Была проанализирована активность ^{137}Cs в плодовых телах следующих видов грибов: *Leccinum vulpinum* Watling – Красный гриб сосновый – 1780 ± 180 Бк/кг; *Rozites caperatus* (Pers.: Fr.) P. Karst. – Колпак кольчатый – 9090 ± 910 Бк/кг; *Paxillus artotomentosus* (Batsch.: Fr.) Fr. – Свинушка толстая – 4990 ± 500 Бк/кг;

Обращает на себя внимание высокий уровень активности цезия в плодовых телах Колпака кольчатого и Свинушки толстой по сравнению с Красным грибом сосновым. Предельно допустимый уровень активности ^{137}Cs для сухих грибов по СанПиН 2.3.2.1078-01 составляет

2500 Бк/кг. Соответственно виды грибов с превышением активности употреблять в пищу нельзя, кроме того, они относятся к малоценным грибам IV категории и условно съедобным (Васильков, 1995).

На аккумулялирование ^{137}Cs влияет то, что вегетативный мицелий этих видов располагается в разных почвенных горизонтах. Мицелий Красного гриба в подзолистом горизонте, а мицелий Колпака кольчатого и Свинушки толстой в подстилке или гумусовом горизонте. Данные по приуроченности мицелия были получены на основе опытов со снятием слоев почвы и последующим наблюдением за плодоношением грибов (Шубин, 1998).

Работа рекомендована: к.б.н., доц. СПбГУГА Д.М. Ивановым.

УДК631.45

ПРИМЕНЕНИЕ БИОТЕСТА С *ALLIUM CERA* L. ДЛЯ ОЦЕНКИ ЦИТОТОКСИЧНОСТИ ЛАНТАНА И ЦЕРИЯ

А.Д. Котельникова, И.А. Фастовец, Н.И. Сушков

Почвенный институт им. В.В. Докучаева, МГУ им. М.В. Ломоносова,
Москва, a.d.kotelnikova@gmail.com

С целью увеличения эффективности сельского хозяйства специалисты ведут постоянный поиск новых способов повышения продуктивности выращиваемых культур. При этом безопасность применяемых методов должна быть приоритетом. Так, в последние годы, в основном, в азиатских странах стали широко использовать минеральные удобрения, содержащие редкоземельные элементы (РЗЭ). Однако данные о влиянии РЗЭ на живые организмы, противоречивы. Наряду с возможными положительными эффектами, оказываемыми на рост и развитие растений, некоторые исследования свидетельствуют о потенциальной токсичности металлов этой группы.

Применение биотестов для изучения токсичности различных веществ позволяет оценить не только общую токсичность по изменению ростовых показателей организмов, но и цитотоксичность по изменениям показателей деления клеток. Широкое применение для решения подобных задач получила тест-система с луком репчатым *Allium cepa* L. Изучение влияния на процесс деления клеток является необходимым для лучшего понимания механизмов воздействия РЗЭ на организмы. В то же время работы, посвященные этой проблеме, практически отсутствуют. Таким образом, в настоящем исследовании была предпринята попытка изучить влияние различных концентраций ионов La^{3+} и Ce^{3+} на процесс клеточного деления с применением биотеста с *Allium cepa* L.

Тестирование проводилось с водными растворами LaCl_3 и CeCl_3 , содержащими La^{3+} в следующих концентрациях: 0 (контроль, дистиллированная вода), 10, 20, 50, 100 и 200 мг/л, и с растворами, содержащими Ce^{3+} в концентрациях 0, 2, 5, 10, 20 и 50 мг/л в пяти повторностях для каждой концентрации La и Ce. Луковицы проращивали при нормальном освещении и температуре 20–25 °С 5 суток, корни прикрывали от прямого попадания света. После проращивания кончики корешков фиксировали в фиксаторе Кларка 24 часа, а затем помещали на длительное хранение и для дальнейшего цитологического исследования в 70 % этиловый спирт.

Статистическая обработка полученных данных с применением теста Гао показала значимое ($p = 0.05$) уменьшение митотического индекса (МИ) для всех протестированных концентраций La^{3+} по сравнению с контролем. В целом МИ уменьшился со значений от 6.56 до 9.27 % в контрольном варианте опыта до 2.50–2.31, 3.38–4.81, 2.08–4.20, 0.51–1.80 % соответственно в вариантах с концентрациями 10, 20, 50, 100, 200 мг/л. Для протестированных растворов Ce^{3+} значимое уменьшение МИ по сравнению с контролем обнаружено начиная с концентрации 5 мг/л, со следующими значениями: 4.98–11.16, 3.43–7.37, 2.55–7.36, 0.15–2.43, 0.42–2.33, 0.16–1.57 % для концентраций 0, 2, 5, 10, 30, 50 мг/л соответственно. Также было показано значимое увеличение частоты хромосомных аберраций (ЧА) для растворов с концентрацией La^{3+} и Ce^{3+} 50 мг/л.

Выявленное нами уменьшение доли делящихся клеток говорит о потенциальной цитотоксичности La^{3+} и Ce^{3+} в исследованных концентрациях. Уменьшение МИ может сказаться на дальнейшем росте и развитии растений. Увеличение же ЧА может оказать влияние на следующие поколения организмов, так как нарушения передаются с генетическим материалом. Наши данные согласуются с некоторыми исследованиями, но есть и противоречащие данные, что может объясняться специфичной реакцией тест-объектов, а также различным действием низких и высоких концентраций исследованных РЗЭ.

Работа рекомендована к.б.н., заведующей отдела химии и физико-химии почв ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» О.Б. Роговой.

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА
СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО КАРБОНАТНОГО И
УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

В.А. Лыхман, Е.А. Полиенко

Донской Зональный НИИСХ, Ростов-на-Дону, lykvladimir@yandex.ru

В земледелии при осуществлении производственной деятельности основное внимание уделяется различным методам поддержания уровня элементов питания и органического вещества, оптимизации физических свойств почв придается значительно меньшее значение. Однако земледельческие приемы обработки почвы, без которых невозможно получение устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур, сопровождаются деградацией физических свойств: переуплотнением нижней части пахотного и всех толщ подпахотного горизонтов, разрушением агрономически ценных агрегатов. Поэтому изучение физических свойств почвы и поиск приемов, направленных на сохранение структуры, весьма актуальны.

Исследования проводились в условиях производственного эксперимента на стационаре Донского зонального научно-исследовательского института (ДЗНИИСХ) в Аксайском районе Ростовской области. Схема опыта включала четыре варианта: 1) фон (припосевное внесение: диаммофоска – 10:26:26 – 30 кг/га; весенняя подкормка – аммиачная селитра 100 кг/га); 2) фон + ВЮ-Дон; 3) фон + 2-кратная обработка посевов ВЮ-Доном; 4) фон + предпосевное внесение в почву ВЮ-Дона + 2-кратная обработка посевов ВЮ-Доном (в фазу кущения и выхода в трубку).

На момент первого отбора (фаза кущения), почва характеризовалась очень хорошей структурностью, содержание агрономически неценных фракций на всех вариантах не превышает 21 %, при этом максимальное содержание в составе структуры приходится на отдельности 3–2 мм (от 12 и до 19 %), характеризующихся высокой водопрочностью. Как следствие, наблюдалось высокое значение коэффициента структурности. За время между двумя вегетационными фазами, в течение которых были проведены отборы почвенных образцов, произошли изменения в распределении фракций почвенных агрегатов. К фазе выхода в трубку на фоновом варианте увеличилось содержание глыбистой фракции в три раза (с 4 до 12 %), на 2.7 % снизился процент пылеватых отдельностей. Однако на варианте с внесением препарата «ВЮ-Дон» в почву данная тенденция выражена слабее, количество агрономически неценных агре-

готов увеличилось всего на 2.8 %, данный тренд характерен и для двух других вариантов с применением гуминового препарата. На момент уборки, содержание глыбистой и пылеватой фракций на фоновом варианте увеличилось до 15.5 % и 19 %, соответственно. Таким образом, за вегетационный сезон под озимой пшеницей, произошло ухудшение структурного состояния почвы: коэффициент структурности снизился в 2 раза. При этом, качественного изменения не произошло, то есть по всем вариантам его значения не опустились ниже 1.5. На вариантах с внесением гуминового препарата в численном выражении коэффициент структурности выше, чем на фоне – 1.9. Однако результаты определения водоустойчивости агрегатов и расчет коэффициента АФИ свидетельствуют о качественных изменениях в структуре почвы за период вегетации. Критерий АФИ показал, что водоустойчивость агрегатов за период вегетации на фоновом варианте снизилась с 93 до 68, что позволяет оценить ее как удовлетворительную, несмотря на тренд к ухудшению этого показателя. На вариантах с внесением гуминового препарата критерий АФИ увеличился, при внесении в почву с 99 до 105, на варианте с обработкой растений с 94 до 170, на варианте с 2-х кратной обработкой – с 93 до 172. Таким образом, на основании критерия АФИ можно сделать вывод: гуминовый препарат способствовал улучшению водопрочности агрегатов почвы от удовлетворительной, до хорошей. Косвенный вывод, который позволяет сделать эта работа – критерий АФИ более информативный показатель, чем коэффициент структурности.

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.С. Безугловой.

УДК 631.47

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ МЕТОДАМИ ЦИФРОВОЙ КАРТОГРАФИИ И МОДЕЛИРОВАНИЯ

А.А. Меженков, Ю.А. Литвинов

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,
aotpo.nfhfolpc@yandex.ru

Использование методов цифровой почвенной картографии и моделирования позволяют с высокой степенью точности проводить агро-экологический мониторинг на основе накопленных разновременных и разномасштабных почвенных данных из различных источников. Объектом картографирования послужили показатели потенциального почвенного плодородия хозяйства АОЗТ «им. Кирова» Зерноградского района

Ростовской области (РО). Выбор объекта картографирования был обусловлен наиболее полным, в сравнении прочими материалами обследования Зерноградского района РО, набором данных о физико-химических и морфометрических показателей почвенных разностей.

Для целей картографирования показателей почвенного плодородия картографические материалы крупномасштабного почвенного обследования хозяйства были векторизованы, а субстантивные данные результатов физико-химических анализов и морфологического описания почвенных разрезов были подготовлены для последующего импорта в геоинформационную систему (ГИС). Векторизация архивных материалов почвенного обследования выполнена на основе методики, разработанной на кафедре почвоведения и оценки земельных ресурсов ЮФУ, с привлечением пространственных данных из открытых источников и программных продуктов с открытым исходным кодом (QGIS). Атрибутивные данные цифровой почвенной карты были приведены в соответствие с классификацией почв 1977 г.: проведена корреляция между местными названиями и наименованием почв по классификации 1977 г., убраны неоднозначные и устаревшие наименования почвенных разностей.

Почвенный покров хозяйства был достаточно однороден и представлен черноземами обыкновенными (предкавказскими) мощными и среднемощными разной степени проявления плоскостной водной эрозии глинистого гранулометрического состава на лессовидных глинах и суглинках. На территории хозяйства также отмечались лугово-черноземные, лугово-болотные, луговые, почвы балок и обнажения рыхлых пород, приуроченные к понижениям и эрозионным формам рельефа (балкам и оврагам).

На основе оцифрованных материалов с помощью пакета программ ArcGIS 10.1 сформирована серия интерполяционных карт показателей потенциального почвенного плодородия, в частности: содержания гумуса, мощности гумусовых горизонтов, плотности сложения почвенных горизонтов. В качестве метода интерполяции был выбран метод обратно взвешенных расстояний. Анализ интерполяционных карт и создание карт по запасам гумуса проводились с применением метода растрового анализа – «Алгебра растров». Сформированы карты по запасам гумуса каждого почвенного горизонта и интегральная карта запасов гумуса для всего почвенного профиля. Максимальные значения запасов гумуса составляли 831 т/га для черноземов обыкновенных мощных не эродированных, минимальные значения отмечены для черноземов обыкновенных среднемощных слабо- и среднесмытых и составляли 192 т/га.

Выполнен расчет значений запасов гумуса для земельных участков АОЗТ «им. Кирова». Площадь земельных участков с запасами гумуса менее 400 т/га составляла 46 %, от 400 до 600 т/га – 49 %, более 600 т/га – 5 % от общей площади хозяйства (12 630 га).

Исследование выполнено в рамках проектов РФФИ № 15-04-03564А и 16-04-00592А.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Безугловой О.С.

УДК 631.4

СВОЙСТВА ПАХОТНЫХ ПОЧВ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ КАК ОСНОВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИХ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ

И.М. Петров

Санкт-Петербургский государственный университет,
st014255@student.spbu.ru

Сохранение, воспроизводство и рациональное использование плодородия земель сельскохозяйственного назначения является одним из основных условий стабильного развития агропромышленного комплекса России. В последние годы в Белгородской области резко увеличивались темпы деградации почв, обусловленные недостатком средств на реализацию мероприятий по охране и рациональному использованию земель сельскохозяйственного назначения. В этой связи актуальной является кадастровая оценка пахотных почв для разработки перспективных планов их дальнейшего использования в сельском хозяйстве и для корректного налогообложения.

В качестве объекта исследования были выбраны почвы на нескольких полях на территории ООО «Агрохолдинг Ивнянский» Ивнянского района Белгородской области. В июле 2016 г. было заложено четыре разреза, представленные агрочерноземами миграционно-мицелярными, сформированными на карбонатных лессовидных суглинках и проведено их морфолого-генетическое исследование. В рельефном отношении территория является частью Среднерусской возвышенности с преобладанием склоновой части водоразделов над платообразными участками, составляющими около 57 % общей площади пашни. Поверхность территории изрезана овражно-балочной сетью, коэффициент расчленения составляет около 1.0–1.2 км/км².

В ходе исследования состава и свойств агрочерноземов в лаборатории биохимии почв кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ изучены некоторые параметры свойств почв, важные для кадастровой

оценки: $pH_{\text{вод.}}$, содержание гумуса, гранулометрический состав и проч. Ниже приведены первые данные свойств почв.

Величины актуальной кислотности в пределах всех горизонтов изученных агрочерноземов показывают заметное отличие пахотных горизонтов по сравнению со срединной и нижней частями профилей. Во всех изученных разрезах выявлено заметное уменьшение величины $pH_{\text{вод.}}$ (5.8–6.1) в верхних пахотных горизонтах по сравнению с нижележащими пахотными слоями и остальной части профиля (до 8.1 ед.), что свидетельствует о выщелачивании верхней части профиля, и может указывать на проявление деградационного процесса. Даже в профиле одного из разрезов (агрочернозем миграционно-мицелярный карбонатный) также диагностировано уменьшение величины pH в пахотных горизонтах. Отметим, что срединные карбонатные горизонты всех изученных агрочерноземов, новообразования карбонатов которых представлены псевдомицелием и плесенью, характеризуются близкими величинами pH , что подтверждает их принадлежность к одному типу почв.

Все пахотные горизонты изученных агрочерноземов заметно отличаются заметной обогащенностью гумусом, содержание которого варьирует от высокого до среднего. Важно отметить, что содержание гумуса в естественных аккумулятивно-гумусовых горизонтах исходных черноземов, которое варьирует от высокого (6.4 %) до среднего (5.1–5.3 %), свидетельствует в пользу формирования в пределах обследованных территорий целинных высокогумусовых черноземов. Срединная и нижняя части профиля характеризуется заметным уменьшением содержания гумуса.

Результаты агрохимического обследования свидетельствуют о том, что содержание азота в агрочерноземах составляет 0.06–0.4 %. Средневзвешенное содержание азота в пределах исследуемой территории составило 0.19 % к весу воздушно-сухой почвы, что характеризует обогащенность почвы азотом от очень низкой до низкой. Содержание водорода варьирует в пределах 0.64–1.23 %. Средневзвешенное содержание водорода составило 0.93 % к весу воздушно-сухой почвы, что характеризует почвы как средне гумусированные.

Работа рекомендована д.г.н., проф. А.В. Русаковым.

ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ АНАЛИЗА КСИЛЕМНОГО СОКА РАСТЕНИЙ
ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПОЧВ ДОСТУПНЫМИ
ФОРМАМИ ЖЕЛЕЗА, ЦИНКА И МАРГАНЦА

А.И. Петрова, К.Л. Якконен

Санкт-Петербургский государственный университет,
k.yakkonen@spbu.ru

Обеспеченность элементами питания – необходимое условие для нормального роста и развития растений. Однако многие почвы (особенно карбонатные или известкованные) характеризуются относительно низкой доступностью микроэлементов для растений. Почти 30 % почв сельскохозяйственных угодий мира характеризуется недостатком доступных для растений форм железа, цинка и марганца.

Доступность растениям элементов питания обычно оценивают с учетом содержания в почве их экстрагируемых форм (Lindsay, Norvell, 1978; Wang et al., 2004; Fonseca et al., 2010). Фактический минеральный статус растений определяют на основе химического анализа индикаторных органов растений: верхушек побегов, листовых пластинок и др. Анализ ксилемного сока также рекомендуют для оценки минерального статуса растений (Noguchi et al., 2005). Однако до сих пор не охарактеризована связь между концентрацией микроэлементов в ксилемном соке растений и концентрацией их подвижных форм в почве в зависимости от содержания в ней карбоната кальция (CaCO_3).

Задача настоящей работы – оценка перспективности анализа ксилемного сока для характеристики обеспеченности доступными формами микроэлементов (Fe, Zn и Mn) почв, обогащенных CaCO_3 .

Объект исследований – растения огурца (*Cucumis sativus* L.), гибрид F1 Семмкросс. Мобильность микроэлементов в почве варьировали путем привнесения CaCO_3 (имитация условий известкованных и карбонатных почв) из расчета 0.1 %, 0.5, 1, 5, и 10 % от сухой массы почвы. Микроэлементы из почвы экстрагировали тремя способами: дистиллированной водой, растворами диэтилентриаминпентаацетата (0.005 М ДТПА + 0.1 М триэтаноламин + 0.01 М CaCl_2 , pH 7.3) и ацетатно-аммонийного буфера (ААБ, pH 4.8). Концентрацию микроэлементов в образцах почв или растений (ксилемный сок, побеги) измеряли с помощью атомно-абсорбционного спектрометра «МГА-915» (Люмэкс, Россия).

Внесение CaCO_3 в возрастающих дозах вызывало увеличение pH почвы и закономерное снижение в ней (в 1.4–4.2 раза) концентрации экстрагируемых форм Fe, Zn и Mn. Аналогичным образом изменялась

концентрация этих микроэлементов в ксилемном соке огурца. При этом показатели подвижности Fe, Zn и Mn в почве прямолинейно коррелировали с концентрацией этих микроэлементов в соке ксилемы ($P < 0.01$), причем как у молодых (20-дневных), так и у более взрослых (34-дневных) растений. Следовательно, результаты анализа ксилемного сока отражали обеспеченность почв доступными формами микроэлементов уже на ранних стадиях развития растений, когда видимые симптомы дефицита микроэлементов (уменьшение биомассы растений) еще не проявлялись. Достоверная корреляция между концентрацией микроэлементов в побеге огурца и показателями их мобильности в почве отмечена только для Zn и Mn, но не для Fe. Очевидно, анализ ксилемного сока позволяет получить более полную в сравнении с анализом побегов растений характеристику их обеспеченности микроэлементами (одновременно для трех микроэлементов, по крайней мере) в условиях известкованных/карбонатных почв. Другое преимущество этого анализа – отсутствие необходимости в предварительной минерализации растительного образца, что существенно упрощает процедуру растительной диагностики с использованием методов атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией пробы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-04-00185а.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Н.П. Битюкиным.

УДК 635.9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО САПРОПЕЛЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

В.С. Плотникова

Казанский (Приволжский) федеральный университет, leru1993@mail.ru

Значительная часть пахотных земель РФ характеризуется сравнительно низким содержанием гумуса, избыточной кислотностью и недостаточным для получения продуктивных сельскохозяйственных растений содержанием основных питательных веществ. Поэтому для повышения плодородия и улучшения агрохимических характеристик почв целесообразно использовать органно-минеральное удобрение, как модифицированный сапропель. Целью исследования была оценка внесения различного количества сапропеля на рост газонной травы.

В качестве тест-культуры была использована газонная трава – овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds.). Влияние сапропеля на рост газонной травы оценивали методом тестирования на «песчаных культурах». В качестве показателя оценки была использована высота надземной части проростков овсяницы луговой, а также сырая и сухая масса побегов. Для опыта с песчаной культурой использовался кварцевый речной песок. Предварительная подготовка кварцевого песка для опыта состояла из просеивания его через сито диаметром 0.25 мм, отмывания от примесей ила и дополнительной промывки крепкой соляной кислотой, с последующей промывкой дистиллированной водой до отрицательной реакции на хлор-ион. Растения выращивались в сосудах объемом 400 см³. Ежедневно влажность поддерживали весовым методом. Поливная норма составила 15 см³ дистиллированной воды на 100 г песка. Продолжительность опыта – 18 дней. Для проведения однофакторного лабораторного опыта на песчаных культурах в карбонатный песок вносилось 0.5 %, 1.0 и 1.5 % сапропеля.

Числовые величины высоты надземной части овсяницы луговой представлены в табл. 1.

Таблица 1. Высота надземной части овсяницы луговой.

Вариант	Ср. знач., см	Мин., см	Макс., см	Стандартное отклонение
Контроль	9.6	5.0	13.0	1.86
1 вариант	10.4	8.1	13.7	1.44
2 вариант	11.8	8.5	15.5	1.64
3 вариант	12.1	9.0	14.8	1.54

Результаты дисперсионного анализа приведены в табл. 2. Результаты дисперсионного анализа показали, что количество вносимого сапропеля значимо влияют на высоту овсяницы луговой при вероятности 95 %.

Таблица 2. Результаты дисперсионного анализа.

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Fф.	P-значение
Общая	14.71	11	—	—	
Фактор А	13.63	5	2.73	15.22	0.0024
Остаток (ошибки)	1.08	6	0.18	—	

Работа рекомендована к.б.н., доц. А.А. Валеевой.

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА
НА КАЧЕСТВО ПЛОДОВ ЯБЛОНИ И ЧЕРЕШНИ

А.Е. Попов, М.Н. Дубинина, Е.А. Полиенко, П.Н. Скрипников

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, artp94@yandex.ru

Современная экономика и необходимость рационального землепользования в сельском хозяйстве ставят перед производителями различной продукции задачи по созданию и внедрению систем земледелия, которые позволили бы обеспечивать народное хозяйство достаточным количеством сырья, а потребителя – качественным продовольствием. Этим задачам вполне отвечает концепция биологического земледелия. Одной из составляющих биологического земледелия является внедрение в практику сельского хозяйства гуминовых препаратов и удобрений, которые в полной мере удовлетворяют требованиям этой концепции. Их применение позволяет решить такие задачи, как увеличение урожайности сельскохозяйственных культур, восстановление плодородия почвы, защита от различных болезней и вредителей, при этом сами препараты являются продуктом биохимического происхождения.

Целью исследования являлось изучение влияния гуминового препарата ВЮ-Дон, полученного путем щелочной экстракции из вермикомпоста, на рост и развитие растений, и качество плодовой продукции. В задачи входило изучение изменения факторов почвенного плодородия, полевые и лабораторные фенологические наблюдения и измерения, исследование химических свойств образцов плодовой продукции с участков, обработанных гуминовым препаратом ВЮ-Дон по сравнению с участками, не подвергнутыми обработке. Исследования проводили в условиях производственного эксперимента в Азовском районе Ростовской области (Агрофирма «Красный сад»). В качестве объектов исследования были выбраны следующие культуры – черешня (*Prunus avium* (L.) L.), сорта Василиса и Талисман и яблоня (*Malus domestica* Borkh.), сорт Ред Чиф Камспур.

В результате исследования влияния гуминового препарата были выявлены следующие эффекты:

1. увеличение выноса питательных веществ из прикорневого слоя в растительную массу из-за усиления метаболических процессов;
2. усиление ферментативной активности как показателя проявления жизнедеятельности микробиологических сообществ;
3. значительное улучшение вкусовых качеств плодовой продукции в стадии товарной спелости;
4. повышение урожайности яблонь на 17 %.

При исследовании химических свойств плодовой продукции эффект от обработки гуминовым препаратом выражен наиболее убедительно. Образцы плодов яблони и черешни были отобраны по достижении ими товарной спелости и исследованы на содержание сухих веществ или влажности, растворимых сухих веществ по сахарозе, определяли также титруемую кислотность по яблочной кислоте. Было установлено увеличение содержания сухих веществ, формирование у плодов более плотной и сочной мякоти, а также тенденция к увеличению содержания растворимых сахаров и титруемых кислот. Это приводит к появлению вкусовой «наполненности» и, следовательно, к улучшению потребительских качеств плодовой продукции.

Подобные эффекты являются показателями целесообразности применения гуминовых препаратов в плодоводстве как катализаторов обменных процессов в почве, адаптогенов и стимуляторов развития растений.

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.С. Безугловой.

УДК 332.363

ВЛИЯНИЕ СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА БЛАГОПОЛУЧИЕ НАСЕЛЕНИЯ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

И.В. Сафонова

Воронежский государственный университет,
www.irina_vecheslavovna@mail.ru

Величина земельного фонда и состояние почвенного покрова напрямую оказывают влияние на благополучие населения региона, так как определяют обеспеченность его доступом к достаточному количеству безопасной пищи, необходимой для ведения активной и здоровой жизни, а, следовательно, определяют продовольственную безопасность региона. Согласно данным Управления Росреестра по Воронежской области, земельный фонд области на 1 января 2016 года составляет 5221.6 тыс. га. В последние годы наблюдается тенденция к сокращению земель сельскохозяйственного назначения. За последние 3 года категория земель сельскохозяйственного назначения уменьшилась на 3 тыс. га, во многом, за счёт увеличения земель лесного фонда и земель промышленности (рис.).

Воронежская область обладает одним из самых высоких потенциалов плодородия земель в нашей стране. Благодаря этому, в расчёте на единицу площади, здесь производится значительно больше продук-

ции сельского хозяйства, чем в других регионах России. Для осуществления комплексного мониторинга за состоянием почвенного плодородия в Воронежской области проводят агрохимическое обследование, с периодичностью один раз в 5 лет. Первый тур такого обследования был завершён в 1970 г. Особое внимание уделяется изучению таких показателей, как средневзвешенное содержание подвижных форм фосфора; обменного калия и органического вещества в почвах.



Рисунок. Распределение земельного фонда по категориям земель.

Для сохранения и воспроизводства плодородия почв, рационального использования сельскохозяйственных угодий, прекращения деградации чернозёмов, интенсификации производства реализуются мероприятия государственной программы воронежской области «Развитие сельского хозяйства, производства пищевых продуктов и агропродовольственного рынка», государственной программы Российской Федерации «Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы».

Работа рекомендована д.г.н., проф. Н.В. Яковенко.

УДК 631.48

СЛЕДЫ ВУЛКАНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ПОЧВЫ НА ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОРОДАХ (РЕСПУБЛИКА БУРЯТИЯ)

М.В. Смирнов

Иркутский государственный университет, maksimvipgast@mail.ru

В Сибири следы вулканической деятельности распространены не повсеместно, а занимают сравнительно небольшие площади. Рассматриваемая нами территория расположена в республике Бурятия, она занимает два административных района – Тункинский и Окинский (рис.).

Территория представляет интерес для многих ученых, в том числе и почвоведов.

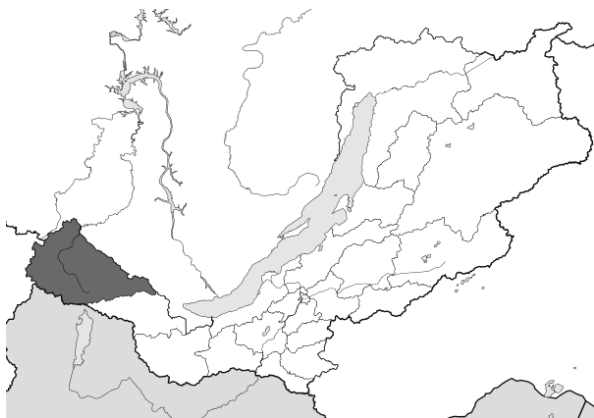


Рисунок. Рассматриваемая территория со следами вулканической деятельности (выделена самым темным цветом).

Два миллиона лет назад на рассматриваемой территории произошли мощные извержения и отложение туфогенно-осадочных отложений мощностью 200–250 метров. Последние вспышки вулканизма отмечались 10–20 тыс. лет назад, тогда были созданы мелкие вулканические конусы и холмы. Конусы сложены пузырчатыми базальтами, рыхлыми шлаками и вулканическими бомбами. Вулканические постройки редко возвышаются более чем на 40–50 метров над поверхностью и объединяются в обособленные группы.

Вулканические процессы сильно влияют на существующий почвенный покров. В близости от вулканов во время извержения часто происходит полное погребение почвенного покрова, и впоследствии снова начинается первая фаза почвообразования, в результате чего формируются уникальные вулканические почвы. По мере удаления от вулкана слой выпавшего пирокластического материала постепенно уменьшается. Но даже небольшая мощность всего в несколько миллиметров, может оказывать огромное влияние на почвенный покров и свойства почв. Например, вулканический пепел привносит в почву элементы минерального питания растений, многократно увеличивая плодородие почвы, а это служит одной из причин развития гигантизма растений возле вулканов.

Делювий вулканических шлаков, часто бывает перекрыт покровными карбонатными лёссовидными суглинками, на которых развивают-

ся зональные полнопрофильные почвы – например, темно-серые метаморфические почвы в Тункинской долине (Мартынова, 2015).

Если вулканические шлаки, по разным причинам, не перекрыты лёссовидными суглинками, то формируются слаборазвитые почвы. Они состоят из верхнего органогенного горизонта О или грубогумусного АО и нижнего рыхлого шлакового горизонта С". Все почвы имеют небольшую мощность органогенных или гумусовых горизонтов.

О почвах на вулканических пеплах на данной территории в доступных литературных источниках упоминаний не обнаружено.

Работа рекомендована ст. преп. С.Л. Куклиной.

УДК 631.8:631.417.1:631.412

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДЛИТЕЛЬНОГО
ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ
НА СОДЕРЖАНИЕ АКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ГУМУСА
И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ**

Н.В. Ускова

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, nelly_uskova@mail.ru

Длительные полевые опыты, являются уникальной базой для наблюдения за состоянием плодородия почв во времени, дают возможность проводить наиболее объективную и достоверную оценку потерь и накопления органического вещества при разных агрогенных воздействиях. Они позволяют провести комплексное изучение свойств, режимов, превращений органического вещества почвы в динамике и изучать проблемы плодородия почв, в связи с меняющимися не только климатическими и почвенными условиями, но и экономическими возможностями хозяйств и стран в целом.

Углерод органического вещества почвы определяет ее главное свойство – плодородие, а значит, оказывает прямое воздействие на урожай и продовольственную безопасность населения.

Цель работы: изучить изменения состояния органического вещества и физико-химических свойств дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы в длительном полевом опыте при применении различных систем удобрения.

Задачи работы:

1. Изучить изменения состояния органического вещества дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы при длительном применении удобрений при бессменном возделывании озимой ржи и картофеля;

2. Определить содержание активных компонентов гумуса, используя методы, рекомендованные комиссией Географической сети опытов с удобрениями;

3. Определить физико-химические свойства дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы при длительном применении удобрений при бессменном возделывании озимой ржи и картофеля;

4. Проанализировать полученные результаты и оценить влияние различных систем удобрения на величину урожая бессменно возделываемых озимой ржи и картофеля;

5. При помощи методов математической статистики установить достоверность различий, обусловленных влиянием системы удобрения, а так же тесноту и направление связи определяемых параметров с урожаем.

Новизна данной работы состоит в том, что в данной работе проведена комплексная оценка влияния длительного применения различных систем удобрения на содержания активных компонентов гумуса, физико-химические свойства почвы, а так же на величину урожая.

Образцы для исследования были отобраны с длительного полевого опыта РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Для исследования были выбраны 2 культуры – озимая рожь и картофель, возделываемые бессменно, и 4 варианта удобрения.

В исследуемых образцах почв определялись такие количественные показатели как содержание углерода органических соединений, содержание углерода лабильного органического материала, содержание углерода гуминовых кислот, фульвокислот и гумина, содержание углерода, экстрагируемого горячей водой. Так же было рассчитано отношение содержания углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот, по значению которого был определен тип гумуса. Из физико-химических свойств определялись рН солевой вытяжки, гидролитическая кислотность, содержание подвижного алюминия, аммонийного и нитратного азота, подвижных форм фосфора и калия.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. В.А. Черниковым.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И ДИКОРАСТУЩИХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

В.А. Чаплыгин, Л.Ю. Маштыкова, С.С. Манджиева, Л.Н. Белоконь
Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского Южного
федерального университета, Ростов-на-Дону, otshelnic87.ru@mail.ru

Введение. Среди экологических проблем защиты окружающей среды от техногенного загрязнения все большее внимание уделяется агроэкосистемам – основным факторам обеспечения продовольственной безопасности государств. Избыточное накопление тяжелых металлов (ТМ) в растениеводческой продукции, которая используется для кормовых и продовольственных целей, представляет серьезную угрозу здоровью человека и животных.

Объекты и методы. Образцы растений отбирались во второй декаде июня в фазу массового цветения. В качестве объектов исследования были выбраны преобладающие на участке, расположенном в 2 км от Новочеркасской ГРЭС растения, представленные семействами Астровые (*Asteraceae*): амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia* L.) и полынь австрийская (*Artemisia austriaca* Pall. ex. Wild.) и Мятликовые (*Poaceae*): пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski) и сельскохозяйственная культура – пшеница мягкая (*Triticum aestivum* L.).

В образцах растений определялись Pb, Cd, Zn, Ni, Mn и Cr. Минерализацию проб растений проводили методом сухого озоления по ГОСТ 26657-85. Экстракция ТМ из золы осуществлялась в 20 %-ным раствором HCl с атомно-адсорбционным (ААС) окончанием.

Результаты. Содержание ТМ в растениях пшеницы можно представить в виде следующих рядов: в надземной части: Zn (76.5) > Mn (28.4) > Cr (4.6) > Ni (2.5) > Pb (1.0) > Cd (0.41); в корнях: Zn (64.1) > Mn (54.1) > Cr (9.0) > Ni (4.5) > Pb (3.2) > Cd (0.34); в зерне: Zn (62.6) > Mn (39.8) > Cr (4.9) > Ni (3.4) > Pb (2.3) > Cd (0.37).

Для зерна пшеницы мягкой (*Triticum aestivum*) из семейства Мятликовые отмечалось превышение ПДК для Zn в 1.3 раза, для Pb в 4.5 раза и для Cd в 3.7 раза. Установлено, что, несмотря на значительно большую аккумуляцию Zn, Mn, Cr, Ni в корнях пшеницы по сравнению с надземной частью и Cd в надземной части растения, содержание данных элементов в зерне пшеницы превосходит их концентрацию в стеблях и листьях.

Дикорастущий представитель Мятликовых пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski) характеризовался низким содержанием изучаемых ТМ по сравнению с другими видами растений. Содержание

ТМ в надземной части данного растения выше МДУ отмечалось только для Pb. Наблюдалось превышение МДУ в семенах пырея для Ni в 1.3 раза и для Cd в 2.3 раза. Обнаружено, что у всех изучаемых растений семейства Мятликовые элементы аккумулировались в корневой системе в большей степени, чем в надземной части.

Наибольшее содержание ТМ наблюдается у растений семейства Астровые. Установлено, что концентрация Pb и Cd в растениях полыни австрийской (*Artemisia austriaca* Pall. ex. Wild.) превышала ПДК для лекарственного растительного сырья в 30 и в 6 раз соответственно. Преимущественная аккумуляция ТМ происходила в надземной части растения. Амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia* L.) отличается наибольшим среди изучаемых видов растений содержанием Zn, Pb, Ni и Cd в своей надземной части, превышающим МДУ в 2.3, 3.7, 1.3 и 3.3 раза соответственно. Отмечается значительная аккумулирующая способность амброзии по отношению к Zn, Pb, Ni и Cd.

Таким образом, превышение МДУ для кормовых трав и ПДК по Pb, Ni и Cd отмечалось у всех изучаемых растений. Загрязнение Zn присутствовало у амброзии и пшеницы. Характер распределения элементов по органам схож у растений, принадлежащих к одному семейству.

Работа поддержана грантом РФФИ 16-35-60055 мол_а_дк и при поддержке Гранта Президента Российской Федерации МК-7285.2016.5.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Т.М. Минкиной.

УДК 631.47

ЦИФРОВОЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬ ПОЛЕВОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА

А.И. Чижикова

РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, annazeisig@inbox.ru

В век молниеносного развития компьютерных технологий во всех сферах науки, цифровые методы картографирования могут рассматриваться как один из путей повышения качества и информативности как почвенных карт, так и карт почвенных свойств в сочетании с оценкой достоверности полученных результатов [MacMillan et al., 2008]. В свою очередь внедрение методов геостатистического анализа данных в почвоведение и прикладные науки позволяет значительно повысить уровень надежности и качество решений, принимаемых на основе использования пространственно распределенной информации [Демьянов, Савельева, 2010].

Целью работы являлось составление набора карт почвенных свойств Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева с применением методов статистического обучения, реализованных с помощью R – программной среды статистических вычислений с открытым кодом [Пузаченко, 2004; Джеймс и др., 2016].

Полевая опытная станция расположена на территории РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в Северном административном округе города Москвы. Она была основана в 1867 году на месте опытного поля Петровской земледельческой лесной академии по инициативе профессора И.А. Стебута. Согласно природно-сельскохозяйственному и почвенно-географическому районированию Полевая опытная станция относится к зоне дерново-подзолистых почв южной тайги. Территория характеризуется плоским рельефом и однородным почвенным покровом, представленным дерново-подзолистыми почвами (*Umbric Albeluvisols* по классификации WRB).

В ходе полевого почвенного обследования территория была разбита на 37 квадратов, с которых было отобрано 74 почвенных пробы двух функциональных горизонтов (пахотного – 0–20 см и подпахотного – 20–40 см). В отобранных образцах почв были аналитически определены значения гидролитической кислотности и водородного показателя (pH) в водной и солевой вытяжках. Для пахотных горизонтов были дополнительно определены: величина суммы обменных оснований (с последующим расчётом значений ЕКО и степени насыщенности основаниями), гранулометрический состав и содержание гумуса.

Полученные данные были интерполированы в среде R с применением методов обратных взвешенных расстояний и ординарного кригинга.

Результатом работы стал набор картограмм, который дает представление о широком варьировании агрономически важных почвенных свойств на территории Полевой опытной станции несмотря на однородность почвенного покрова в целом. Это позволяет планировать исследовательские работы, проводимые в полевых условиях, и корректировать полевые опыты с учетом особенностей почвенного покрова территории.

Работа рекомендована ассистентом А.В. Чинилиным.

ВЛИЯНИЕ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ
НА ДОСТУПНОСТЬ РАСТЕНИЯМ КРЕМНИЯ

К.Л. Якконен, П.И. Кайдун

Санкт-Петербургский государственный университет,
k.yakkonen@spbu.ru

В последнее время кремний рассматривается как полезный элемент для растений, так как он повышает их устойчивость к действию неблагоприятных факторов биотической и абиотической природы. В настоящий момент достигнут существенный прогресс в изучении механизмов действия кремния на устойчивость растений к избытку тяжелых металлов (Pontigo et al., 2015) и дефициту микроэлементов (Битюцкий и др., 2010; Pavlovic et al., 2013; Liang et al., 2015). Поступление в растения кремния зависит от содержания в почвах его доступных форм. Дождевые черви одна из самых распространённых групп почвенных беспозвоночных животных, влияющих на мобильность в почве многих элементов питания растений. Однако роль дождевых червей в модификации доступности растениям кремния практически не исследована.

В лабораторных экспериментах изучали действие дождевых червей двух видов (*Aporrectodea caliginosa* и *Lumbricus terrestris*) на мобильность кремния в почве и его доступность растениям (*Cucumis sativus* L., *Zea mays* L.). В опыте были использованы дерново-подзолистые супесчаные или песчаные почвы. Почвы различались по стартовой обеспеченности подвижными формами кремния. Поскольку мобильность кремния может варьировать в зависимости от значений pH почвенного раствора, в почвы добавляли карбонат кальция. Влияние дождевых червей на мобильность кремния в почве оценивали по изменению концентрации его водорастворимых форм и монокремниевой кислоты в свежих копролитах. Фактическую доступность кремния растениям оценивали по изменению содержания этого элемента в кислом соке растений, выращенных в супесчаной почве, предварительно обработанной/необработанной червями в течение 4 недель.

Установлено, что в свежих копролитах *A. caliginosa* и *L. terrestris* концентрация общего водорастворимого кремния увеличивалась в 2.0–8.9 и 4.7–12.0 раз, соответственно, по сравнению с не обработанной червями почвой. Отчетливее всего этот зоогенный эффект проявлялся в супесчаной почве, характеризовавшейся наибольшей стартовой мобильностью кремния. После обработки дождевыми червями концентрация монокремниевой кислоты, как правило, возрастала как в известко-

ванной, так и в известкованной почве. Увеличение мобильности кремния в копролитах, по-видимому, не было связано с изменениями реакции почвы, значения которой находились в диапазоне 5.0–7.5 единиц pH. В этом диапазоне pH концентрация монокремниевой кислоты в растворе, как правило, стабильна (Lindsay, 1979).

Растения огурца, выращенные в обработанной червями почве, в большинстве случаев характеризовались более высокой концентрацией кремния в ксилемном соке и/или более высокой скоростью ксилемного транспорта кремния из корней в побеги в сравнении с контрольными растениями. При этом эффект *L. terrestris* был больше, чем эффект *A. caliginosa*. Описанный зоогенный эффект может играть роль в повышении адаптивного потенциала растений к неблагоприятным условиям их обитания, так как в доступной форме кремний повышает устойчивость растений к действию многочисленных факторов биотической и абиотической природы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-04-00185а.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Н.П. Битюцким.

Секция III

*Почвы в интенсивны
системах земледелия*

ПРИРОДНО-МЕЛИОРАТИВНЫЙ МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ:
ЦЕЛЬ И СОДЕРЖАНИЕ

А.В. Алимов

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
antoshkaalimov@gmail.com

В Ленинградской области площадь мелиорированных с.-х. земель, нуждающихся в улучшении, составляет 175 тыс. га. Почти треть этих земель находится в неудовлетворительном состоянии. Поэтому около 40 тыс. га мелиорированных земель не используется в сельскохозяйственном производстве.

Цель работы – определение природно-мелиоративного мониторинга земель.

Проведение мероприятий без профилактических работ на сельскохозяйственных угодьях, нуждающихся в техническом усовершенствовании или реконструкции мелиоративных систем, обычно не достигает планируемого результата. Эти работы должны базироваться на данных о состоянии мелиорированных земель [1]. Информационной основой поддержания нормального мелиоративного состояния земель является природно-мелиоративный мониторинг (для оценки агрохимического состояния и гидрофизических свойств почв [2, 5–7]), способствующий разработке мероприятия по снижению негативных воздействий [4, 8].

Природно-мелиоративный мониторинг включает в себя следующие элементы [3]: а) выбор объектов мониторинга; б) их учет; в) оценка состояния объектов мониторинга; г) моделирование систем управления землепользованием на мелиорированных землях; д) принятие решений по стратегии землепользования на мелиорированных землях.

Оценка состояния объектов мониторинга складывается из трех составных частей: 1) природно-производительной, 2) технической и 3) экономической.

Выводы: для природно-производственного оценивания руководствуются рекомендациями по кадастровой оценке земель; для почвенных контуров рассчитываются: а) балл бонитета почвы; б) балл энергоемкости; в) интегральный показатель технологических свойств земель; г) интегральный показатель местоположения объекта оценки.

Литература

1. *Гарманов В.В.* Землеустроительное проектирование. – СПб.: СПбГУ, 2016. – 96 с.

2. *Гурин П.Д., Терлеев В.В.* Использование логнормального распределения эффективных радиусов почвенных капилляров для моделирования водоудерживающей способности почвы // Сб. «ХІ НЕДЕЛЯ НАУКИ СПбГПУ». – СПб.: СПбГПУ, 2011. – С. 319–321.

3. *Осипов А.Г., Гарманов В.В.* Природно-мелиоративный мониторинг земель сельскохозяйственного назначения – основа экологически безопасного землепользования на Северо-Западе России // Информация и космос. – 2016. – № 2. – С. 90–97.

4. *Павлова В.А.* Концептуальные основы территориального природопользования // В сб. «Инженерн. и технолог. исслед. для устойчивого развития». – М.: МГУИЭ, 2009. – С. 71–74.

5. *Полуэктов Р.А., Терлеев В.В.* Компьютерная модель динамики содержания азота в корнеобитаемом слое почвы // Агрохимия. – 2010. – № 10. – С. 68–74.

6. *Терлеев В.В.* Математическое моделирование в почвенно-гидрологических и агрохимических исследованиях: Учебное пособие. СПб.: СПбПУ, 2005. Выпуск 7.

7. *Терлеев В.В., Полуэктов Р.А., Бакаленко Б.И.* Структура информационного обеспечения модели продукционного процесса сельскохозяйственных культур // Агрофизика. – 2012. – № 2. – С. 29–36.

8. *Шишов Д.А.* Эффективное управление земельными ресурсами и обеспечение продовольственной безопасности в условиях реформирования аграрной сферы экономики. – Диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. С.-Пб, 2005.

Работа рекомендована к.э.н., доц. В.В. Гармановым.

УДК 631.42:631.51:631.82

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В БОГАРНЫХ УСЛОВИЯХ АЗЕРБАЙДЖАНА

Э.М. Ахмедова

Научно-исследовательский институт земледелия, Баку, Азербайджан
ngummatov@mail.ru

Агрофизические свойства почв имеют исключительно важное значение в повышении плодородия почв и создании оптимальных физических условий для роста и развития растений. Эти свойства в процессе длительного сельскохозяйственного использования почв, а так же за вегетационный период растений, претерпевают значительные измене-

ния. Поэтому проблема восстановления плодородия связана непосредственно с оптимизацией агрофизических свойств корнеобитаемого слоя. Обработка почвы является основным фактором изменения и регулирования жизнедеятельности растений. Зная закономерности изменения показателей плодородия под воздействием производственной деятельности человека и климатических факторов, можно регулировать условия жизни растений в направлении их оптимизации и тем самым повышать урожайность сельхоз культур.

В настоящее время вопросу выбора способа основной обработки почвы уделяется огромное внимание. Ведется активная дискуссия о преимуществах и недостатках отвальной и безотвальной, глубоких и мелких обработок, ресурсо- и энергосберегающей «нулевой» (no-till) технологии с целью снижения отрицательного воздействия на почву. В связи с этим, цель наших исследований – изучение влияния видов основной обработки почвы на агрофизические свойства светло-каштановой почвы и выявление их влияния на урожайность и качество зерна озимой пшеницы при применении минеральных удобрений.

Исследования проводились в 2016 году в посевах мягкой озимой пшеницы сорта Гобустан на территории Гобустанской зонально-опытной станции НИИ Земледелия в богарных условиях Горно-Ширванского региона Азербайджанской республики. Почвенный покров станции представлен светло-каштановой почвой. Опыт заложен по изучению влияния различных способов основной обработки почвы и минеральных удобрений на агрофизические свойства, структурно-агрегатный состав почвы, урожайность и качество зерна озимой пшеницы. Без минерального удобрения (N0P0K0) и с удобрением (N120P60K60) изучались следующие способы основной обработки почвы: вспашка на глубину 20–22 см, дискование на глубину 10–12 см, «нулевой» без механической обработки почвы. Учетная площадь делянки – 180 м². Образцы почвы отбирали 4 раза за вегетационный период по фазам развития растений в 5-ти повторностях с глубины 10–15 и 35–40 см.

Результаты показали, что, не оказывая существенного влияния на агрофизические свойства и структурно-агрегатный состав светло-каштановой почвы в богарных условиях недостаточного увлажнения Горно-Ширванского региона Азербайджанской республики при возделывании озимой пшеницы, наиболее эффективным способом обработки почвы является вспашка на глубину 20–22 см (контроль) и «нулевая» обработка почвы. Влияние минеральных удобрений на агрофизические свойства почвы незначительны, вместе с тем на фоне обработки почвы минеральные удобрения существенно влияют на продуктивность над-

земной биомассы, урожайность и качественные показатели зерна озимой пшеницы. На фоне минеральных удобрений качественные показатели зерна не имели существенных различий по вариантам основных обработок почвы. Обнаруживается значительное положительное влияние способов обработки почвы и уровня удобренности на содержание водопрочных агрегатов больше 0.25 мм и их средневзвешенных диаметров в конце вегетации на пахотном слое почвы. Относительно слабое влияние эти факторы оказывали на влажность, плотность и пористость почвы.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Н.Г. Гумматовым.

УДК 631.10

**ГЕОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВ КАК СПОСОБ
РЕКОНСТРУКЦИИ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ДРЕВНЕГО НАСЕЛЕНИЯ И ПРИРОДНОЙ ОБСТАНОВКИ
В ГОЛОЦЕНЕ НА ПРИМЕРЕ ПОСЕЛЕНИЯ**

В ЛЕСОСТЕПНОМ ЗАУРАЛЬЕ

Л.Р. Бикмулина¹, А.И. Баженов^{1,2}

¹Институт Криосферы Земли СО РАН

²Тюменский государственный университет

luizasf@mail.ru, bazhenov-ikz-anatolii@mail.ru

Вопросы реконструкции хозяйственной деятельности, природной обстановки древнего человека и другие немаловажные вопросы в археологии, ответ на которые раньше можно было получить в результате археологических исследований на сегодняшний момент решается путем интеграции исследовательской информации из смежных наук: геохимии, геоэкологии, почвоведения и т.д. Так с 90-х гг. XX века появляется археологическое почвоведение и входящие в состав почвенно-археологических исследований геохимические исследования почв. Основное внимание уделяется элементам-индикаторам хозяйственной деятельности, таким как фосфор, калий, кальций, магний [1, 2, 3]. Но на сегодняшний день известно, что некоторые группы элементов также играют важную роль в реконструкции природной обстановки: Sr, Rb, Ba [5]. Аномально высокая концентрация тяжелых металлов Fe, Al, Cu, Pb, Zn и т.д. может указывать на развитие металлургического комплекса на территории археологического памятника и т.д. [4].

Также для реконструкции природной обстановки, условий осадконакопления и почвообразования принято рассчитывать геохимические показатели. Перечислим некоторые из них:

– $CIA = [Al_2O_3 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O)] \times 100$. Отражает соотношение первичных и вторичных минералов;

– $Al_2O_3 / (CaO + Na_2O + K_2O + MgO)$. Показывает отношение глинистой составляющей к основным катионам, выносимым в почвенные растворы;

– Ba/Sr. Характеризует гидротермические условия осадконакопления, в частности процесс выщелачивания. Барий находится в ассоциации с калиевыми полевыми шпатами (КПШ) и выносится из почвы слабее стронция, который ассоциирует с карбонатами;

– MnO / Al_2O_3 и MnO / Fe_2O_3 . Помогает установить уровень биологической активности и продуктивности;

– $(K_2O + Na_2O) / Al_2O_3$. Характеризуют поведение легкорастворимых солей в профиле почвы;

– TiO_2 / Al_2O_3 и Zr / TiO_2 . Позволяет оценить степень однородности материала [5]

Кроме того используются магнитные методы для реконструкции количества осадков и установления типа климата: гумидный, аридный [5].

Следует отметить, что на территории лесостепного Зауралья работы с применением данных методов практически не проводились. Объектом исследования были культурные слои и погребенная почва на поселении бронзового века Стрелецкое 1 и современная почва в окрестностях археологического памятника.

В результате применения геохимического анализа были получены данные по содержанию и распределению в почвенном профиле 38 химических макро- и микроэлементов. Отмечается высокая концентрация элемента-индикатора хозяйственной деятельности P_2O_5 (до 0.89 %) при фоновом содержании 0.3 %. Кроме того были зафиксированы превышения в содержании тяжелых металлов таких как Co (концентрация в палеопочвенном разрезе до 0.006 % при фоновом содержании 0.0045 %), V (концентрация в палеопочвенном разрезе до 0.039 % при фоновом содержании 0.02 %), Zn (концентрация в палеопочвенном разрезе до 0.027 % при фоновом содержании 0.008 %) и т.д.

Литература

1. *Александровская Е.И., Александровский А.Л.* Историко-географическая антропохимия. – М.: НИИ Природа, 2003. – 204 с.

2. *Веллесте П.* Анализ фосфатных соединений почвы для установления мест древних поселений // Краткие сообщ. Ин-та истории материальной культуры АН СССР. – 1952. – Вып. 42. – С. 135-140.

3. *Гольева А.А.* Валовый фосфор как индикатор хозяйственной деятельности древних и средневековых обществ // Роль естественна-

учных методов в археологических исследованиях. – Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2009. – С. 56–59.

4. Долгих А.В. Формирование педолитоседиментов почвенно-геохимической среды древних городов Европейской России: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – М., 2010. – 24 с.

5. Retallack G.J. Soils of the Past: an Introduction to Paleopedology. 2nd Ed. – Oxford: Black-well, 2001. – 600 p.

Работа рекомендована к.г.н. А.С. Якимовым.

УДК 631.8:631.483:631.465

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И МЕЛИОРАНТА НА ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ

Е.С. Гасанова

Воронежский ГАУ им. императора Петра I, upravlenieopm@mail.ru

В условиях возросшей антропогенной нагрузки на биосферу планеты, почва, являясь элементом природной системы и находясь в динамичном равновесии со всеми другими компонентами, подвергается деградационными процессами. Потоки веществ, попадая в почву в результате антропогенной деятельности, включаются в естественные циклы, нарушая нормальное функционирование почвенной биоты, и как следствие, и всей почвенной системы. Среди различных биологических критериев оценки антропогенного влияния на почвы наиболее оперативными и перспективными являются биохимические показатели, дающие сведения о динамике важнейших ферментативных процессов в почве: синтезе и разложении органического вещества, нитрификации и других процессах.

Целью исследований явилось изучение ферментативной активности почв в условиях интенсивного антропогенного воздействия.

В соответствии с целью исследования были поставлены следующие задачи:

1. Изучить влияние применения удобрений и мелиоранта на ферментативную активность чернозема выщелоченного.

2. Изучить взаимосвязь ферментативной активности чернозема выщелоченного с его физико-химическими свойствами.

В качестве объектов исследования были использованы образцы почв чернозема выщелоченного Данковского района Липецкой области слоя 0–20 см следующих вариантов: контроль, фон – навоз 20 т/га, N120P120K120 + фон, дефека + фон.

В лабораторных исследованиях выполнены анализы: pH водной и солевой вытяжек, гидролитическая кислотность по Каппену, обменные основания, содержание гумуса по методу Тюрина, каталазная активность почв по методу А.Ш. Галстяна, инвертазная активность колориметрическим методом Ф.Х. Хазиева; уреазная активность по методу, основанному на учете количества аммиака, образующегося при гидролизе карбамида, фосфотазная активность по методу, основанному на количественном учете неорганического фосфора (молибденово-кислым аммонием.).

По показателю инвертазной активности все анализируемые варианты относятся к среднему уровню. Применение минеральных и органических удобрений, а также кальциевого мелиоранта повышает инвертазную активность чернозема выщелоченного в соответствии с возрастанием уровня его плодородия.

Анализируемые почвенные образцы по уреазной активности попадают в интервал средней и высокой обогащенности. На варианте с внесением навоза уреазная активность была примерно 1.5 раза выше, чем на неудобренном варианте. Применение минеральных удобрений в повышенных дозах подавляло активность ферментов в почве. Внесение дефеката способствовало увеличению активности уреазы в 1.6–1.7 раз по сравнению с контролем.

Все анализируемые почвенные образцы характеризуются средним уровнем активности фосфотазы. Внесение минеральных удобрений на фоне навоза стимулировали активность минерализационно-иммобилизационных процессов трансформации фосфора в анализируемых образцах.

Каталазная активность анализируемых почвенных образцов является средней. Применение навоза в комплексе с удобрениями и мелиорантом способствовало повышению каталазной активности почвы в 1.3–1.5 раза по сравнению с контрольным вариантом.

Оптимальные условия для протекания ферментативных процессов складываются на варианте с применением кальциевого мелиоранта – дефеката в связи с созданием благоприятных физико-химических свойств почвы.

СТЕХИОМЕТРИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ БИОФИЛЬНЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ C:N, C:P И N:P В РАСТЕНИЯХ,
МИКРОБНОЙ БИОМАССЕ И ПОДВИЖНЫХ ПУЛАХ ПОЧВЫ
Д.М. Дударева¹, А.К. Квиткина²

¹Пушкинский государственный естественно-научный институт,

²Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения
РАН, Пушкино, darya_dudareva@mail.ru, aqvia@mail.ru

Экологическая стехиометрия – перспективное развивающееся научное направление на стыке экологии, почвоведения, микробиологии, агрохимии, биогеохимии, которое изучает баланс энергии и химических элементов в экологических взаимодействиях [1]. Соотношение жизненно важных элементов C:N:P в различных пулах позволяет рассчитать подвижность биофильных элементов и их накопление в пищевых цепях [2]. С помощью стехиометрии можно определить доступность, избыток или лимитирование по элементу, оценить устойчивость отдельных компонентов экосистемы к воздействию природных и антропогенных факторов. Целью нашей работы является определить соотношение C:N:P при абиотических стрессах в растениях кукурузы, подвижных формах, экстрагируемых из почвы, и в микробной биомассе.

Минерализация и гумификация растительного опада и почвенного органического вещества (ПОВ), эмиссия оксидов азота и углерода, иммобилизация в микробной биомассе, связывание в составе гумуса или органо-минеральных комплексов – все эти процессы влияют на соотношение C:N:P в почве и скорость поступления биофильных питательных элементов в растения. ПОВ представляет собой континуум органических и органо-минеральных соединений, различающихся по степени устойчивости к разложению микроорганизмами: от лабильных пулов, обновляющихся за сутки и месяцы, до устойчивых пулов, сохраняющихся в течение десятков и тысяч лет. Высвобождение и иммобилизация C, N, P из пулов ПОВ происходят через ферментативные реакции; скорости процессов зависят от активности экзоферментов. Поступление биофильных элементов в растения регулируют ферментативная активность и скорость оборота биофильных элементов через биомассу почвенных микроорганизмов. Эти процессы необходимо учитывать при определении потребности агроценозов в элементах минерального питания в интенсивных системах земледелия.

Литература

1. *Elser, J.* Biological stoichiometry: a chemical bridge between ecosystem ecology and evolutionary biology. // *American Naturalist*. 2006. V. 168. S25–S35.

2. *Моделирование динамики органического вещества в лесных экосистемах.* Под ред. Кудеярова В.Н. М.: Наука, 2007. 380 с.

Работа рекомендована к.б.н., доц. А.А. Ларионовой.

УДК 631.41

ВЛИЯНИЕ КОНТРАСТНЫХ ДОЗ УДОБРЕНИЙ НА ВАЛОВОЕ СОДЕРЖАНИЕ ФОСФОРА В ФИЗИЧЕСКИХ ФРАКЦИЯХ ПОЧВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

З.Н. Егорова, Н.И. Сушков, Н.А. Колобова

ФГБНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва,
zoyasoleil@gmail.com

В формировании фосфатного режима принимают участие процессы сорбции-десорбции и осаждения-растворения физических фракций почв (илистой, легкой и фракции остатка). Участие илистой фракции осуществляется, в основном, за счет процессов сорбции-десорбции. Частицы легкой фракции поставляют доступные фосфаты за счет содержащихся в них растворимых соединений, которые высвобождаются в процессе минерализации. Фракция остатка участвует в накоплении доступных фосфатов процессами растворения-осаждения минеральных соединений фосфора. При сельскохозяйственном использовании под влиянием минеральных удобрений наблюдается трансформация химических и физико-химических показателей почв. Происходит перераспределение содержания соединений фосфора в физических фракциях при общем увеличении его количества.

Распределение потенциально доступных для растений и прочно закрепленных форм соединений фосфора в илистой и легкой фракциях, а также остатке специфично для почв разных типов. В пределах каждого типа это распределение отражает степень агрохимического воздействия и требует отдельного изучения.

Для исследования вопроса влияния минеральных удобрений на валовое содержание фосфора в физических фракциях исследованы образцы агродерново-подзолистой почвы Зеленоградского опорного пункта Почвенного института им. В.В. Докучаева, агрочерноземные почвы Воронежского НИИСХ и агрокаштановые почвы Волгоградского НИИОЗ. Для работы выбраны контрастные по удобренности вариан-

ты опытов. Также исследованы образцы дерново-подзолистой почвы, отобранные с делянок с внесенными минеральными удобрениями на фоне навоза.

Физическое фракционирование почвы проведено по методике М.Ш. Шаймухаметова и др. (1984). В результате выделены: илистая фракция с плотностью частиц $>2 \text{ г/см}^3$ и размером $<1 \text{ мкм}$, легкая фракция, состоящая из частиц плотностью $<2 \text{ г/см}^3$ и размером $>1 \text{ мкм}$, остаток из трудноразалагаемых органических соединений.

Измерения фосфора проведены в азотнокислой вытяжке, полученной в результате микроволнового разложения физических фракций почв, методом оптико-эмиссионной спектроскопии.

По результатам работы выявлено, что при внесении фосфатных удобрений в дерново-подзолистую почву происходит увеличение содержания фосфора в легкой фракции и во фракции остатка. При внесении фосфатов на фоне навоза, наблюдается увеличение содержания фосфора в илистой фракции.

В черноземе внесение возрастающих доз фосфорных удобрений приводит к пропорциональному увеличению содержания фосфора в илистой и в легкой фракциях. При этом в илистой фракции накопление фосфора более значительное. При прекращении внесения удобрений за 4 года происходит выравнивание показателей.

В каштановых почвах на орошаемых полях при внесении удобрений происходит накопление фосфора во фракции остатка, на богарных участках – во всех трех фракциях, но преимущественно в легкой.

Работа рекомендована к.с.-х.н., заведующей отделом химии и физико-химии почв ГНУ почвенного института им. В.В. Докучаева О.Б. Роговой.

УДК 631.4

ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И СОСТОЯНИЕ СЕЯНЦЕВ ХВОЙНЫХ ПОРОД ТИХВИНСКОГО ЛЕСОПИТОМНИКА

М.К. Захарова

Санкт-Петербургский государственный университет

123masha123@mail.ru

До недавнего времени в Ленинградской области находилось 16 крупных лесопитомников, а в настоящее время всего 7. Один из них – лесопитомник Тихвинского лесничества, где выращивается посадочный материал для проведения лесовосстановительных работ и материал для озеленения территорий города и района.

Оценка общего состояния почв представляет интерес с точки зрения их влияния на развитие сеянцев молодых деревьев, а успешность процессов лесовозобновления, в свою очередь, определяется качеством лесопосадочного материала. Изучая состояние сеянцев ели и сосны 1, 2 и 3 года мы сможем оценить перспективы их развития в растительных сообществах и их способность выполнять свои экологические функции в составе лесных и городских фитоценозов.

Тихвинский лесопитомник расположен на юго-востоке Ленинградской области. Территория относится к ландшафту озерно-ледниковых песчаных равнин со слабоволнистой поверхностью. Почвообразующие породы: песчаные отложения – тонкозернистые пески и супеси, двух- и трехчленные породы и моренные суглинки. В растительном отношении территория занимает промежуточное положение между средней и южной тайгой, естественная растительность сведена.

Площадь питомника составляет 27 гектар. Нами были составлены карта рельефа, почвенная карта и карта растительности в масштабе 1:2000. Анализ карт показал, что территория питомника относится к слаборасчленённой равнине. Преобладающие почвы – альфегумусовые, преобразованные человеком: агроденово-подзолы иллювиально-железистые супесчаные, агроземы альфегумусовые супесчаные, агроземы светлые, агростратозёмы супесчаные на погребенных почвах (торфяно-подзолглеевый), агроабраземы супесчаные глеевые. На исследуемой территории среди посадок одного года нами были выявлены участки хорошего произрастания сеянцев и участки с сеянцами в угнетённом состоянии. Отличительными особенностями первых являлась высокая всхожесть и густота посевов, большая высота растения, большее число боковых побегов, более насыщенный цвет хвои. Вторые отличались очень разреженной всхожестью, небольшой высотой растения, потемневшим цветом хвои и иногда не имели боковых побегов.

На повышенных формах рельефа, находятся агрозёмы контактно-осветленные. К ним приурочены участки хорошего произрастания сеянцев. На склоновых позициях располагаются агродерново-подзолы. К ним приурочены участки нормального и среднего произрастания хвойных пород. К агроземам светлым на погребенных почвах и агроземам альфегумусовым иллювиально-железистым на озерно-ледниковых отложениях приурочены участки с сеянцами в угнетённом состоянии. В нижних частях склонов формируются агрозёмы стратифицированные, агростратоземы и агроабраземы. Почвы нижних частей склонов имеют признаки глееватости.

В целом, почвы территории исследования характеризуются значениями реакции среды в кислом диапазоне, что соответствует требованиям выращиваемых культур. По содержанию органического вещества почвы различаются достаточно сильно (от малообеспеченных до хорошо обеспеченных). На большей части территории наблюдается явление сильной ветровой эрозии. Нами были разработаны рекомендации по улучшению хозяйственной деятельности на территории питомника.

Работа рекомендована к.б.н., доц. кафедры почвоведения и экологии почв Г.А. Касаткиной.

УДК 631.4

ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ЮЖНЫХ ЧЕРНОЗЕМАХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Я.С. Зенкин

РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

Исследования посвящены изучению влияния предшественника, системы обработки почвы, срока посева и минеральных удобрений на продуктивность среднеранних гибридов подсолнечника нового поколения, рекомендованных для возделывания в сухостепной зоне Волгоградской области. Цель этих исследований – установить наиболее эффективные агротехнические приемы в технологии возделывания подсолнечника, способствующие заметному увеличению урожайности, и подобрать высокопродуктивные высокомасличные гибриды, наиболее пригодные для выращивания в условиях конкретного хозяйства в Волгоградской области.

Исследования (двулетние) были выполнены в условиях многофакторного полевого опыта, заложенного в ООО «Ариадна» Даниловского района Волгоградской области на южном маломощном черноземе тяжелосуглинистого гранулометрического состава.

В оценке продуктивности гибридов подсолнечника при их выращивании с использованием различных приемов агротехники были использованы следующие показатели: урожайность маслосемян, масличность, лужистость, засухоустойчивость, устойчивость к полеганию, устойчивость к болезням (фомопсису, ложной мучнистой росе, склеротинии) и паразитам, продолжительность вегетационного периода, высота растений, диаметр и наклон корзинки, масса 1000 зерен, другие.

Подобраны и рекомендованы для выращивания высокопродуктивные гибриды подсолнечника интенсивного типа, стрессоустойчивые, устойчивые к полеганию, с отличной сопротивляемостью к болезням. Разработаны эффективные в данных условиях технологические операции и приемы выращивания, обеспечивающие максимально возможную реализацию биологического потенциала растений подсолнечника в процессе формирования урожая (в том числе система обработки почвы, система применения удобрений и программа защиты посевов от вредных организмов) и получение с 1 га 2.0–2.2 т маслосемян подсолнечника в зоне сухих степей.

Литература

1. *Адаптивные технологии* возделывания масличных культур. – Краснодар: ВНИИМК, 2011.

2. *Инновационные технологии* в аграрном производстве / В.Н. Наумкин, А.М. Хлопяников, Л.С. Числова и др. – Белгород: Изд-во БелГСХА, 2010.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева Н.Н. Лазаревым

УДК 631.421

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА КУКУРУЗЫ

НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ КАРБОНАТНОМ

Д.А. Канатова, Д.В. Божков, В.В. Носов

Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии, Ростов-на-Дону, darya.kanatova.94@mail.ru

Увеличение урожайности и высокого качества зерна достигается за счет сбалансированного минерального питания растений, которое возможно благодаря применению минеральных удобрений.

Целью данной работы является изучение влияния минеральных удобрений на качество зерна и урожайность кукурузы в почвенно-климатических условиях Ростовской области.

Для изучения отзывчивости кукурузы на применение азотных, фосфорных и калийных удобрений с 2011 г. на Целинском ГСУ Ростовской области проводятся полевые опыты совместно с международным институтом питания растений.

Почва в опытах – чернозем обыкновенный карбонатный со щелочной реакцией среды ($pH = 7.8$), низким содержанием гумуса (3.8 %)

и хорошей обеспеченностью минеральным азотом (35 мг/кг почвы для слоя 0–30 см). Содержание подвижных форм фосфора и калия (по Мачигину) было средним (22 мг P_2O_5 /кг почвы) и повышенным (328 мг K_2O /кг почвы) соответственно.

Схема опытов включала следующие варианты: 1) контроль (без удобрений); 2) N30P40 (практика хозяйств); 3) N100P80K60; 4) N18P80K60; 5) N100K60; 6) N100P80. В качестве минеральных удобрений использовали аммиачную селитру, аммофос, калий хлористый. В вариантах 3–6 проводилось опудривание семян кукурузы сульфатом цинка, поскольку, почвы Целинского района имеют низкую обеспеченность подвижным цинком. Общая площадь делянки – 67.2 м², учетная – 48 м², повторность четырехкратная.

Изучали среднеспелый гибрид кукурузы Фурио ФАО 360–390, зернового направления. Отбор образцов производили в фазы 3–4 и 6–7 листьев. Морфо-биометрическую диагностику проводили по Церлинг.

В результате проведенных исследований установлено положительное влияние удобрений на морфо-биометрические показатели гибрида кукурузы Фурио. Наибольшее влияние на высоту растений отмечено при внесении полного минерального удобрения в высокой дозе. В этом же варианте наблюдалась и максимальная площадь листовой поверхности, превышающая данный показатель в варианте с внесением фосфорно-калийного сочетания на 63 % в фазу 3–4 листа, и на 32 % в фазу 6–7 листьев.

Установлена достаточно высокая эффективность минеральных удобрений в опыте: средняя урожайность удобренных вариантов на 18.7 % выше контрольного. Применение рекомендуемых в хозяйстве доз удобрений (N30P40) способствовало накоплению сухой массы зерна кукурузы до 26.44 ц/га, что на 1.59 ц/га выше, чем на контроле. Максимальные прибавки сухой массы зерна кукурузы по сравнению с контролем – 7.17 ц/га (29 %) и 6.65 ц/га (27 %) получены при внесении полного минерального удобрения в максимальной дозе (N100P80K60); использование N100K60 и N18P80K60 увеличили урожайность на 3.9 и 3.3 ц/га соответственно. Действие азота на фосфорно-калийном фоне составило 12 %; фосфора на азотно-калийном фоне – 10 %; а калия на азотно-фосфорном фоне – 5 %.

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.А. Бирюковой.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ПРИ ОЦЕНКЕ РАЗЛИЧНЫХ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Н.В. Кожевников

Кемеровский государственный университет, Koghevnikov_NV@mail.ru

За последние десятилетия в мировой сельскохозяйственной практике широкое распространение получили ресурсосберегающие технологии минимальной и нулевой обработки почвы. При разработке экологически безопасных, высокопродуктивных элементов систем земледелия необходимо учитывать их влияние на биологические свойства почвы. Показатели ферментативной активности почвы позволяют выявить направление изменения почвенного плодородия значительно раньше, чем происходит изменение других объективных показателей плодородия.

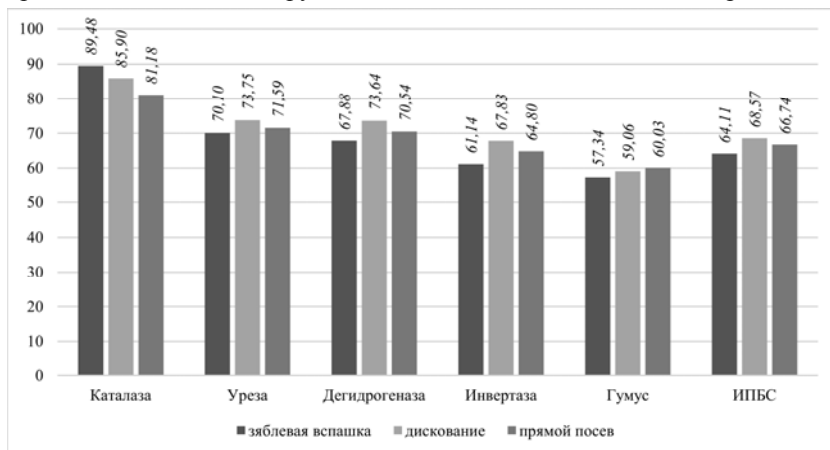


Рисунок. Интегральный показатель биологического состояния чернозема обыкновенного при различных технологических приемах обработки почвы.

Цель настоящей работы заключалась в оценке изменения ферментативной активности чернозема обыкновенного при различных технологических приемах обработки почвы: зяблевой вспашке, осеннем и весеннем дисковании и прямом посеве. Исследования проводились на территории ОПХ «Минино» Красноярского НИИСХ. В качестве показателей изучены ферменты класса гидролаз – инвертаза и уреазы, а также класса оксидоредуктаз – каталаза и дегидрогеназа. Для сравнения при-

менимости ферментативной активности определен общий гумус по методу Тюрина в модификации Никитина.

Для оценки биогенности почв был проведен расчет интегрального показателя биологического состояния (ИПБС). Для этого в выборке максимальное значение каждого из показателей принимается за 100 % и по отношению к нему в процентах выражается значение этого же показателя в остальных образцах. Наибольший вклад в изменение интегрального показателя вносит активность инвертазы, дегидрогеназы и содержание гумуса. Активность каталазы для расчетов не использовалась в силу низкой чувствительности (рис.).

Результаты исследования показали, что при снижении механической нагрузки на почву в целом положительно оказывает влияние на ферментативную активность почвы, что в свою очередь влияет на увеличение естественного плодородия. Применение новых ресурсосберегающих технологий обработки почвы в условиях Красноярской лесостепи позволит сохранить биологическую активность на уровне не ниже, чем при использовании традиционных методов.

Работа рекомендована д.б.н., проф. А.В. Заушинценой.

УДК 631.417,631.423.4,631.474

ХЕМОДЕСТРУКЦИОННОЕ ФРАКЦИОНИРОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ТИПИЧНЫХ АГРОЧЕРНОЗЕМОВ

П.Г. Кравцов

Санкт-Петербургский государственный университет,
pavelkravtsov93@gmail.com

В.Р. Вильямс (1900) писал, что с какой бы стороны мы ни рассматривали почву, с точки зрения её происхождения, её состава, её физических и химических свойств и процессов, в ней происходящих всюду сейчас всплывает вопрос об органическом веществе почвы, как главном факторе, определяющем весь характер и свойства почвы. Почвенное органическое вещество (ПОВ) – сложный комплекс индивидуальных (неспецифических) соединений и гуминовых веществ (ГВ), а также продуктов взаимодействия между собой и с минеральной частью почвы (Попов, Чертов, 1996).

Для характеристики почв, особенно пахотных, большое значение имеет не только общее содержание органического вещества (гумусированность), но и отношение легко- и трудноразлагаемых (лабильных и стабильных) соединений органической составляющей почв. Содержание лабильных и стабильных частей ПОВ – важная характеристика почв.

Цель данной публикации охарактеризовать качественный состав ПОВ агрочерноземов типичных (миграционно-мицелярных) разного вида пользования с помощью хемодеструкционного фракционирования (ХДФ).

В качестве объектов исследования были выбраны агрочерноземы типичные четырех видов пользования: целинный участок, залежный участок, лесополоса и пашня (Воронежская область). Метод хемодеструкционного фракционирования основан на выявлении различных по устойчивости к окислению компонентов ПОВ и/или частей органических макромолекул, и проводится с помощью окисления серией водных растворов дихромата калия ($K_2Cr_2O_7$) – с одинаковым содержанием окислителя и с линейно возрастающей окислительной способностью (Попов, Русаков, 2016). После введения 10 мл растворов-окислителей пробирки (или колбочки) с образцами почвы помещались в термостат, нагретый до 100 °С, и выдерживались в течение 1-го часа; после охлаждения, в каждую пробирку (или колбу) добавлялось 40 мл холодной дистиллированной воды. Содержание ионов Cr^{3+} определялось колориметрически (ГОСТ 26213-91). Шкала строилась на основе приготовления растворов глюкозы или сахарозы (Цыпленков, 1963).

На основании результатов ХДФ нами рассчитывалась величина информационной энтропии по К. Шеннону (S_0) и Вурфа (W):

$$S_0 = -(He \cdot \log_3 He + Hm \cdot \log_3 Hm + Hh \cdot \log_3 Hh), \quad 1$$

$$W = (He + Hm) \cdot (Hm + Hh) / (Hm \cdot (He + Hm + Hh)), \quad 2$$

где He – доля легкоокисляемого материала; Hm – доля среднеокисляемого; Hh – доля трудноокисляемого ПОВ.

Как следовало из результатов исследования, трудноокисляемая часть ПОВ преобладала во всех разрезах (49.5–74.7 %). Доля легкоокисляемой фракции уменьшалась вниз по гумусовому горизонту на залежном участке и пашне. Данное явление можно объяснить тем, что, вероятно, основная масса отмерших остатков растений была приурочена к верхней части гумусового горизонта. В гумусовых горизонтах целинного участка и лесополосы доля легкоокисляемого органического материала возрастала с глубиной. В этих случаях, по всей видимости, сформированная дерновина защищала более глубокие части гумусового горизонта от диффузного притока кислорода. Основываясь на результатах ХДФ ПОВ и на вычисленных нами величинах Вурфа и информационной энтропии по К. Шеннону, можно предположить, что залежного участка практически восстановился в постантропогенный период. Качественный состав ПОВ целинного участка и лесополосы был идентичен.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. А.И. Поповым.

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
ОРГАНАМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР
В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ
(НА ПРИМЕРЕ *TRITICUM AESTIVUM* L.)

Л.Ю. Маштыкова, В.А. Чаплыгин, С.С. Манджиева
Южный федеральный университет, Академия биологии и
биотехнологии, Ростов-на-Дону, lmashtykova@mail.ru

При возрастающей антропогенной нагрузке на почву вследствие техногенного загрязнения, большое значение имеет устойчивость растений по отношению к тяжелым металлам (ТМ) и их распределение по органам растений. Роль растений важна как в геохимическом круговороте элементов, так и в поступлении загрязняющих веществ в пищевые цепи. Целью работы являлось изучение особенностей накопления Pb, Zn и Cu в почве и в пшенице мягкой (*Triticum aestivum* L.).

Почва и пшеница отобраны на расстоянии 1.6 км в северо-западном направлении от филиала ОАО «ОГК-2» «Новочеркасская» ГРЭС (НчГРЭС), которая является основным источником эмиссии органических и неорганических поллютантов в Ростовской области (Экологический вестник Дона..., 2014). Почва представлена черноземом обыкновенным карбонатным с содержанием гумуса 4.2 %, физической глины 56.3 %, ила 44.6 %, CaCO_3 1.1 %, pH 7.5, ЕКО 36 смоль(+)/кг. Общее содержание ТМ в почве определялось рентгенофлуоресцентным методом. Растения отбирали вместе с корневой системой (точечные пробы) (ГОСТ 27262-87). Содержание ТМ в органах растения было определено методом сухого озоления согласно ГОСТ 26657-85. Кислотную экстракцию ТМ из золы осуществляли растворением в 20%-ном растворе HCl с последующим определением методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии.

В условиях азротехногенного загрязнения установлено превышение ПДК Pb в зерне пшеницы в 4,6 раза и в почве в 1.8 раз (табл.). Изученные элементы имеют сходный характер распределения по органам: наибольшее содержание Pb, Zn и Cu наблюдается в зерне, затем в соломе и наименьшее – в корнях. Так, преимущественная аккумуляция металлов в зерне указывает на низкую устойчивость данной сельскохозяйственной культуры к полиметаллическому загрязнению.

Таблица. Общее содержание металлов в слое почвы 0–20 см
и в *Triticum aestivum* L., мг/кг

Объект исследования	Pb	Zn	Cu
Чернозем обыкновенный	58	89	57
<i>Triticum aestivum</i> L.	1.0/1.9/2.3*	11.9/17.4/30.5	3.0/3.7/7.9
ПДК в почве (1991)	32	100	55
ПДК для продовольственного сырья и пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2.560-96)	0.5	50	10.0

Примечание: солома/ корни/зерно

Литература

1. Перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно-допустимых количеств (ОДК) химических веществ в почве. М.: Минздрав СССР. Утв. зам. главн. госуд. санитарного врача СССР 19.11.91. № 6229-91.

2. Экологический вестник Дона: О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2014 году. Ростов-на-Дону, 2014. С. 283.

Работа поддержана грантом РФФИ 16-35-60055 мол_а_дк и грантом Президента Российской Федерации МК-7285.2016.5.

Работа рекомендована д.б.н., зав. кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов Академии биологии и биотехнологии Южного федерального университета, проф. Т.М. Минкиной.

УДК 631.439

СОСТАВ И СВОЙСТВА ФИЗИЧЕСКИХ ФРАКЦИЙ ПОЧВ РАЗНОГО ГЕНЕЗИСА И СИСТЕМ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

Н.В. Матвеева, А.Д. Котельникова

Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Nataliy_Matveeva@list.ru,
a.d.kotelnikova@gmail.com

В условиях интенсификации сельского хозяйства, а также все возрастающем уровне загрязнения агроландшафтов как промышленными выбросами, так и вносимыми удобрениями, встает вопрос о необходимости более глубокого изучения особенностей химического строения почв и его отражении на физических свойствах почв. Поэтому цель нашей работы – проведение научных исследований, направленных на оп-

ределение состава и свойств фракций, полученных методами физического фракционирования почв разного генезиса и систем землепользования для определения наличия и причин функциональной специфичности свойств поверхности твердой фазы почв.

Эксперименты проводились с тремя различными типами почв России – дерново-подзолистой, каштановой и черноземах – при различных системах землепользования (пар, использование различных доз минеральных удобрений и их последствие). В каждом образце были выделены три гранулоденсиметрические фракции: Ил с размером частиц < 1 мкм, денсиметрическая «легкая» фракция (ЛФ) с плотностью < 2 г/см³; остаток после отделения ила и ЛФ. В исследуемых образцах мы измерили удельную площадь поверхности, гидрофобность поверхности (контактный угол смачивания, КУС), ζ -потенциал, и точки нулевого заряда (ТНЗ).

Для черноземов и каштановых почв и их фракций мы наблюдали увеличение гидрофобности для ила и остатка при обработке минеральными удобрениями. На участках без применения минеральных удобрений, или же при отмене последних, гидрофобность фракций была ниже по сравнению с участками, на которых применялись минеральные удобрения. КУС исходных почв и фракций были разные: в 35 % случаев КУС был выше для ила и остатка на 12–16 %. Остальные образцы продемонстрировали КУС всех трех физических фракций ниже по сравнению с КУС исходной почвы. Изменчивость среднего значения КУС указывает на существенные различия в ζ -потенциале и ТНЗ между различными типами почв и почвенными фракциями.

Результаты потенциометрического титрования для дерново-подзолистой почвы, показали, что все значения ТНЗ лежат в кислотном диапазоне, что свидетельствует о преобладании кислых функциональных групп на поверхности частиц почвы. Удельная площадь поверхности определяет сорбционные процессы почвы, биологическую доступность питательных веществ, воды и т.д. В нашем случае, удельная площадь поверхности дерново-подзолистой почвы была низкой и рН-зависимой.

По полученным данным удельной площади поверхности и рНТНЗ мы рассчитали удельный заряд поверхности. Результаты свидетельствуют о существенных различиях между сорбционными характеристиками фракций почв при различных системах землепользования.

Исследования в этом направлении будут продолжены, что позволит выявить взаимосвязь между аналитическими показателями и уста-

новить диагностические критерии показателей свойств поверхности твердой фазы агрогенных почв разного генезиса.

Работа рекомендована к.б.н., заведующей отдела химии и физико-химии почв ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», О.Б. Роговой.

УДК 631.4

ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД СИБИРИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПОЧВЕННЫХ АГРЕГАТОВ ПЛАНТАЖИРОВАННЫХ ТЕМНО-СЕРЫХ ПОЧВ

Т.С. Першина

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск,
Tpershina@sfu-kras.ru

Взаимосвязь генезиса почв с окружающей средой является основной докучаевского почвоведения. К настоящему времени накоплено достаточное количество данных, отражающих способность почв отражать не только современное состояние среды, но и сложную историю ее формирования. В лесных экосистемах факторы лесообразования и почвообразования взаимосвязаны. Однако многократная смена древостоев за время жизни почвы и отсутствие синхронности в развитии лесо- и почвообразовательных процессов обуславливают сложность и неоднозначность взаимовлияния лесного фитоценоза и почвы.

В 1968 году для выяснения роли отдельных древесных пород в почвообразовании, формировании структурной организации и функционирования биогеоценозов в одинаковых условиях среды сотрудниками Института леса им. В.Н. Сукачева был заложен многолетний эксперимент. Основные лесообразующие породы Сибири – кедр (*Pinus sibirica*), ель (*Picea abovata*), лиственница (*Larix sibirica*), сосна (*Pinus silvestris*), береза (*Betula fruticosa*) и осина (*Populus tremula*) были высажены на плантажированную темно-серую почву, длительное время находившуюся в сельскохозяйственном пользовании. Возраст культур в настоящее время составляет 40 лет. В каждом насаждении оформился равномерно распределенный по поверхности органогенный горизонт, гомогенный пахотный слой (PY-горизонт) стал дифференцированным (O-AY1-AY2) (Schugalei, 2005). Серая среднеглинистая почва сформирована на коричнево-бурых глинах и характеризуются четкой дифференциацией почвенного профиля.

Мокрое просеивание дает информацию о качестве структуры с точки зрения ее способности противостоять разрушающему действию

воды (Деградация и охрана почв, 2002). В 10-летних культурах основные различия по макрооструктурированию между почвами естественных сообществ и экспериментального участка показаны для фракции крупнее 3 мм по всему профилю почвы и для фракции 3–2 мм для верхнего слоя 0–10 см (Моделирование развития искусственных лесных биогеоценозов, 1984). Анализ макрооструктурности плантажированной темносерой почвы через 40 лет после посадки культур показал, что значительных изменений в процессе произрастания культур не произошло. Однако выявлено значительное увеличение доли крупных фракций и увеличение их устойчивости под культурой ели. В остальных культурах выявлена слабая устойчивость почвенных агрегатов при мокром просеивании по сравнению с почвами под естественными сообществами. При мокром просеивании число агрегатов >3 мм уменьшается в 3–10 раз и возрастает содержание фракций <3 мм, особенно пылеватой.

Работа рекомендована д.б.н., проф. И.Н. Безкоровойной.

УДК631.95

НАСТРОЙКА СИСТЕМЫ DSSAT ДЛЯ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ

Д.В. Пивченко

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, dpiv@mail.ru

Система поддержки и принятия агротехнологических решений (the Decision Support System for Agrotechnology Transfer, далее DSSAT) используется на протяжении последних 15 лет для разработки моделей развития сельскохозяйственных культур и прогнозирования урожая с учетом определенной местности и погодных условий конкретного года. Задачей при создании и эксплуатации DSSAT было объединить знания о почвах, климате, сельскохозяйственных культурах, а также удобрениях, поливах и обработках для того, чтобы была возможность переносить сельскохозяйственные технологии с одной территории на другие, отличающиеся почвами и климатом [1].

Главным преимуществом использования систем поддержки и принятия решений в сельском хозяйстве является сокращение временных и финансовых затрат по сравнению с традиционными полевыми исследованиями [2].

В представленной работе проводится изучение возможности адаптации системы поддержки и принятия решений DSSAT v 4.5 CSM в рамках опыта Центра Точного Земледелия РГАУ-МСХА им. Тимирязева.

Процесс настройки моделей включает статистическую оценку сравнения результатов моделирования по отношению к данным полученным в ходе полевых наблюдений.

Минимально необходимые для создания модели продукционного процесса озимой пшеницы входные данные были получены в ходе полевых наблюдений с поля озимой пшеницы Центра Точного Земледелия. Была собрана информация по почве, агротехнологическим мероприятиям, системе применения удобрений, и климатическим условиям за 2015–2016 годы. Для создания параметров роста и развития озимой пшеницы в полевых условиях измерялись проективное покрытие, высота и густота растений, производился учет биомассы после цветения и перед сбором урожая.

В результате проведенных исследований для сорта озимой пшеницы «ЛП1» были оценены, так называемые, «генетические» коэффициенты, характеризующие развитие конкретного сорта в среднестатистических погодных условиях на конкретном поле. Развитие растений озимой пшеницы от фазы кущения до фазы цветения носило линейный характер и было описано линейными регрессионными уравнениями ($R^2 = 0.98–0.99$), и зависело от вида обработки: при безотвальной технологии развитие растений происходило быстрее, чем на отвальной. Урожай озимой пшеницы в 2016 году удалось смоделировать с точностью 15–20 %.

Литература

1. Jones, J. W.; Hoogenboom, G.; Porter, C. H.; Boote, K. J.; Batchelor, W. D.; Hunt, L. A.; Wilkens, P. W.; Singh, U.; Gijsman, A. J.; Ritchie, J. T. (2003). «The DSSAT cropping system model». *European Journal of Agronomy* 18 (3–4): 235. doi:10.1016/S1161-0301(02)00107-7

2. *International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer*. 1993. The IBSNAT Decade. Department of Agronomy and Soil Science, College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii, Honolulu, Hawaii.

Работа рекомендована, д.б.н. проф. И.И. Васеневым.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА
В АГРОЧЕРНОЗЕМАХ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КОРМОВЫХ ТРАВ
С.М. Тимошенко

Красноярский государственный аграрный университет,
semen.timoshenko.94@mail.ru

Все органические вещества (ОВ) в почве можно разделить на различные компоненты по степени их устойчивости к микробному разложению [1, 2]. Исследования проводились в 2014–2015 гг. в учебном хозяйстве «Миндерлинское» Красноярского ГАУ в чистых посевах рапса ярового и в бинарных посевах рапса (40 %) и проса (60 %). Почвенный покров участков исследований представлен комплексом черноземов выщелоченных и обыкновенных среднесуглинистых. Образцы отбирались из слоя почвы 20 см в 4-кратной повторности. Определение углерода водорастворимого гумуса проводили методом бихроматной окисляемости, щелочегидролизующего – в 0.1 н. NaOH по И.В. Тюрину, потенциальную эмиссию углекислого газа – методом Конвея. Результаты определений представлены в таблице.

Содержание водорастворимого углерода гумуса в почвах имело среднюю вариабельность и колебательный характер в течение вегетации, его содержание изменялось от 26 до 48 мг/100 г в чистых посевах рапса и от 31 до 38 мг/100 г а в бинарных посевах.

Средняя концентрация щелочегидролизующего углерода гумуса, в агроценозе рапса была 1119 мг/100 г, в агроценозе рапса и проса 656 мг/100 г. Динамика содержания C_{NaOH} имеет тенденцию к постепенному снижению к концу вегетации, что может быть обусловлено его частичной гумификацией и минерализацией.

Интенсивность потенциальной эмиссии углекислого газа в агро-черноземе в чистых посевах рапса и в бинарных посевах рапса и проса была средней и составила 11 и 13 мг/10 г соответственно. Статистические расчеты показывают, что стандартная ошибка определения и коэффициент вариации данных (C_V) незначительные. В течение вегетационного сезона потенциальная эмиссия углекислого газа в посевах рапса постепенно снижалась с 12.6 до 9.7 мг/10 г. В бинарных посевах происходило увеличение интенсивности потенциального дыхания в середине вегетации до 14.3 мг/10 г, возможно растительные остатки проса способствовали активизации микробиологической деятельности в почве.

Таблица. Содержание подвижного гумуса (C_{H_2O} , C_{NaOH})
и потенциальная эмиссия CO_2 .

Срок от- бора	CO_2 , мг/10 г		C_{H_2O} , мг/100 г		C_{NaOH} , мг/100 г	
	Рапс	Рапс+ просо	Рапс	Рапс+ просо	Рапс	Рапс+ просо
Май	12.6	11.4	26.3	30.6	1286	680
Июнь	—	14.3	—	39.0	—	660
Июль	12.6	14.3	42.7	36.0	1176	660
Август	10.6	12.1	31.8	37.5	1093	624
Сентябрь	9.7	—	47.9	—	922	—
<i>Среднее</i>	<i>11.4</i>	<i>13.0</i>	<i>37.2</i>	<i>37.5</i>	<i>1119</i>	<i>656</i>
<i>Максимум</i>	<i>12.6</i>	<i>14.3</i>	<i>47.9</i>	<i>39.6</i>	<i>1286</i>	<i>680</i>
<i>Минимум</i>	<i>9.7</i>	<i>12.1</i>	<i>26.3</i>	<i>30.6</i>	<i>922</i>	<i>624</i>
<i>Ошибка средней</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>	<i>4.9</i>	<i>0.9</i>	<i>76.6</i>	<i>82.2</i>
$C_v, \%$	<i>12.6</i>	<i>13.1</i>	<i>26.6</i>	<i>20.4</i>	<i>13.7</i>	<i>15.8</i>

Литература

1. Власенко О.А. Динамика углерода подвижного гумуса в агро-черноземе при возделывании яровой пшеницы с помощью ресурсосберегающих технологий // Вестник КрасГАУ, 2015. – № 9. – С. 60–67.

2. Ларионова А.А., Золотарева Б.Н. и др. Идентификация лабильного и устойчивого пулов органического вещества в агросерой почве // Почвоведение. – 2011. – № 6. – С.658–698.

Работа рекомендована к.б.н., доц. О.А. Власенко.

УДК 631.811

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЛАНТАНА В ПОЧВЕ НА ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ РАСТЕНИЙ

И.А. Фастовец, А.Д. Котельникова, Н.И. Сушков

МГУ им. М.В. Ломоносова, Почвенный институт им. В.В. Докучаева,
fastovetsilya@yandex.ru

Был проведен вегетационный опыт для изучения воздействия внесенного в почву лантана (La) на растения ячменя. Показано поглощение La растениями, его влияние на надземную биомассу, содержание хлорофиллов и каротиноидов в листьях, а также баланс макро- и микро-элементов в растениях.

Материалы и методы

Вегетационный опыт проводили внутри помещения при искусственном освещении. Опыт состоял из следующих вариантов с внесением в виде LaCl_3 : 0(контроль), 10, 20, 50, 100, 200 мг La(III) /кг почвы. Опыт проводили в 4 повторностях, в сосудах объемом 2 литра, в каждом сосуде выращивали по 6 растений. Растения выращивали в течение 40 дней.

Свежую надземную часть растений взвешивали, в свежих листьях определяли содержание хлорофиллов α и β и каротиноидов. Сухие листья и стебли подвергали элементному анализу методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-АЭС).

Статистическая обработка включала в себя множественные сравнения при помощи непараметрических ранговых тестов (Крускала-Уоллиса, Джонкхира-Терпстры и Гао), анализ корреляций и множественный регрессионный анализ.

Результаты

Показано, что La активно поглощается растениями, в большей степени листьями. Листья поглощают до 1.2 % почвенной концентрации La . В листьях и стеблях значимое увеличение концентрации La обнаружено во вариантах соответственно с 20 и 50 мг/кг La .

Биомасса надземной части однородно увеличивается при увеличении содержания вносимого La до 13.5 % от контроля, достигая статистической значимости во вариантах с 100–200 мг/кг La .

Содержание хлорофиллов α и β и каротиноидов значимо уменьшается во варианте 100 мг/кг по сравнению с контролем на 27.5, 41.5 и 18.9 %, соответственно.

Анализ индивидуальных корреляций и множественный регрессионный анализ показали, что увеличение содержания La в листьях ассоциируется с уменьшением содержания P , K , Mg , Cu , Fe в листьях и увеличением содержания Ca в листьях и Si в стеблях.

Обсуждение

Лантан, поступая в почву в виде хлорида, может образовать LaPO_4 – труднорастворимое соединение. Поэтому наблюдаемое уменьшение содержания фосфора в растениях может быть объяснено его связыванием с La в почве.

Увеличение содержания Ca в листьях, вероятно, обусловлено влиянием La на гормональную регуляцию растений, в частности, на баланс ауксинов. Эта гипотеза подкрепляется нашими предыдущими исследованиями, в которых было показано одновременное увеличение длины coleoptilia и уменьшение длины корня проростков при обработ-

ке La. Уменьшение содержания P, K, Mg, Cu, Fe в листьях предполагает негативное влияние на многие физиологические процессы, в частности, на фотосинтез и дыхание. Негативное влияние на фотосинтез подтверждается также уменьшением содержания хлорофиллов и каротиноидов при обработке La. Тем не менее, ассоциированное с обработкой La увеличение содержания Si в стеблях может способствовать увеличению устойчивости растений к фитопатогенам. Таким образом, влияние La на растения неоднозначно: негативное влияние за счет накопления лантана, нарушения баланса макро- и микроэлементов и фотосинтеза с одной стороны и позитивное влияние за счет увеличения биомассы и накопления Si в стеблях с другой стороны.

Работа рекомендована к.б.н., зав. лаб. Роговой О.Б.

УДК 631.417.2

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ
РАЗЛИЧНЫХ ПОДТИПОВ ГОРНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ АГРО-
И БИОГЕОЦЕНОЗОВ (В ГРАНИЦАХ ЭЛЬБРУССКОГО ВАРИАНТА
ПОЯСНОСТИ КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ)**

Е.М. Хакунова

ФГБУН ИЭГТ им. А.К. Темботова РАН, г. Нальчик,
elena.khakunova@mail.ru

При обработке почв основной нагрузке подвергаются верхние слои и чаще всего внимание исследователей направлено на контроль параметров, характеризующих пахотные горизонты. Профильные изменения свойств пахотных почв изучены в меньшей степени. Целью исследования является изучение влияния сельскохозяйственного воздействия на изменение показателей содержания гумуса во всём профиле пахотных горных черноземов в сравнении с их естественными аналогами. Объект исследования – горные черноземы обыкновенные, типичные, и выщелоченные, расположенные в поясе остепененных лугов эльбрусского варианта поясности [1], где эти уникальные почвы активно используются под пашню. Полевые исследования морфологических свойств и отбор почвенных образцов проводились в летний полевой сезон 2016 г. Нами было заложено и описано 6 полнопрофильных почвенных разрезов и отобраны образцы почв по всему профилю каждого подтипа горных чернозёмов в естественных и агрогенных условиях. Содержание гумуса определялось методом И.В. Тюрина в модификации Никитина, плотность и влажность весовым методом [2].

Все изученные чернозёмы имеют мощный гумусовый профиль (более 84 см). Содержание гумуса в дерновом горизонте естественных горных черноземов классифицируется как высокое, максимальным показателем характеризуется горный чернозем типичный. Пахотные горизонты агрогенных чернозёмов обладают средним содержанием гумуса (табл.). Сравнение динамики содержания гумуса вниз по профилю в естественных и агрогенных почвах показывает, что существенное снижение содержания гумуса (более чем на 23 %) характерно только для пахотных горизонтов. Ниже 18 см значительного снижения содержания гумуса не происходит. Таким образом, внимание, которое уделяется изучению гумусового состояния пахотных горизонтов чернозёмных почв вполне оправдано.

Таблица. Профильная динамика содержания гумуса (%) в обрабатываемых и естественных горных чернозёмах Кабардино-Балкарии.

Горные черноземы типичные				Горные черноземы обыкновенные				Горные черноземы выщелоченные			
био		агро		био		агро		био		агро	
Ад	9.29	А	5.88	Ад	6.95	А	5.28	Ад	6.52	А	5.05
А	7.77	АВ	5.05	А	5.77	АВ	4.55	А	5.12	АВ	2.15
АВ	3.71	В1	3.71	АВ	5.04	В1	4.29	АВ	2.96	В1	2.05
В1	2.41	ВСа	2.34	В1	3.43	ВСа	3.95	ВСа	1.58	ВСа	1.24
ВСа	2.05	ВС	1.97	ВС	2.7	ВС	2.42	ВС	0.75	ВС	1.07
ВС	1.95										

Литература

1. Соколов В.Е., Темботов А.К. Позвоночные Кавказа. Млекопитающие. Насекомоядные. – М., Наука. 1989. 547 с.
2. Вальков В.Ф., Колесников С.И., Казеев К.Ш. Почвы юга России: классификация и диагностика. – Ростов-на-Дону: СКНЦ ВШ. 2002. 349 с.

Работа рекомендована к.б.н., доц., зав. лабораторий почвенно-экологических исследований ИЭГТ РАН О.Н. Горобцовой.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ АГРОХИМИЧЕСКИХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВ В ООО «ТРУЖЕНИК»
КРАСНОКАМСКОГО РАЙОНА ПЕРМСКОГО КРАЯ

Д.Г. Шишков

Пермская ГСХА, danil.schischkov@mail.ru

Неравномерность почвенного плодородия оказывает значительное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур. Некоторые исследователи отмечают, что чем ниже уровень плодородия почвы, тем эффективнее внесение удобрений и тем ярче проявляется неоднородность почвенного плодородия. Цель исследований – провести оценку пространственной неоднородности агрохимических параметров почв в ООО «Труженик» Краснокамского района Пермского края.

Почвенные образцы были отобраны студентами факультета почвоведения, агрохимии, экологии и товароведения ФГБОУ ВО Пермская ГСХА и сотрудниками ФГУ ГЦАС «Пермский» с элементарных участков (8–10 га) с глубины 0–20 см. Всего было обследовано 2084 га пашни, в том числе 1376 га с дерново-мелкоподзолистыми и 708 га аллювиальными дерново-глеевыми почвами разного гранулометрического состава. В образцах определяли $pH_{КС}$, содержание органического вещества, подвижного фосфора и калия. Математическую обработку полученных результатов проводили с помощью программы STATISTICA 7.

Анализ почвенных образцов показал, что содержание органического вещества в почвах изменялось от очень низкого до очень высокого (рис. а). Разброс величин других определяемых агрохимических показателей также достаточно велик (рис. б-г).

Для оценки пространственной неоднородности агрохимических показателей почв в ООО «Труженик» проведена математическая обработка данных методом вариационной статистики. Математическая обработка подтвердила изменчивость агрохимических показателей в почвах хозяйства по обследуемым участкам. По содержанию подвижных форм фосфора и калия, а так же органическому веществу почвы хозяйства не однородны, так как V составил соответственно 36, 41 и 72 %, что можно считать справедливым, если за основу взять коэффициент вариации, указанный Б.Г. Розановым (25 %).

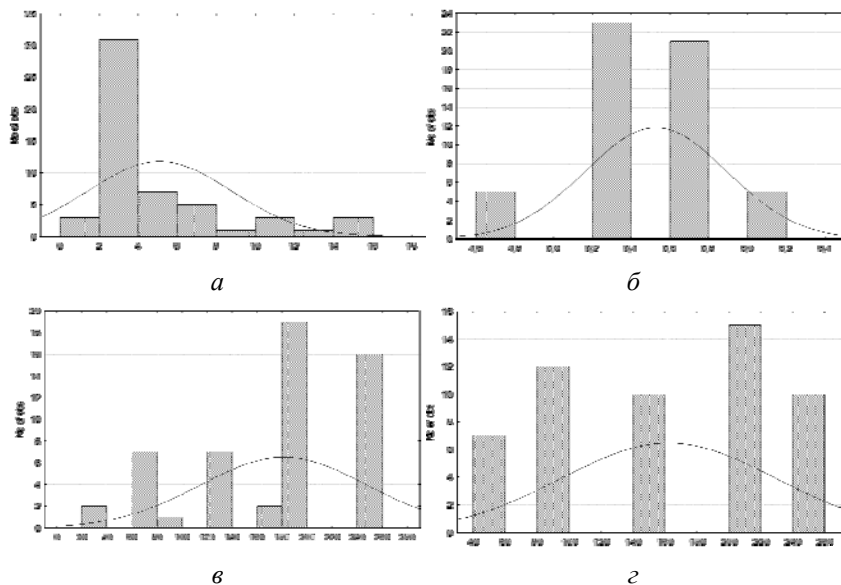


Рисунок. Варьирование физико-химических свойств и содержания элементов питания в почвах хозяйства (*а* – содержание органического вещества, *б* – обменная кислотность, *в* – содержание подвижного фосфора, *г* – содержание подвижного калия).

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. Н.М. Мудрых.

Секция IV

*Пределы земледельческого
освоения почв.*

*Коэффициенты рационального
использования почв*

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ СТАБИЛИЗАЦИИ И ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ В ЮЖНОМ КАЗАХСТАНЕ

А.В. Басманов

Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства,
Республика Казахстан, г. Тараз, a.basmanov@mail.ru

Среднеазиатский регион, в том числе и Южный Казахстан, славится богатой историей освоения и ирригацией земель. Все сохраненное мировое наследие о почве, как главного исторического элемента, лежит в основе истории народов и отражено в культуре возделывания сельскохозяйственных культур и обработке земли.

Использование почв для производства продуктов земледелия ведет к изменению их природных свойств и естественного состояния. Главное изменение выражается в снижении почвенного плодородия – основного свойства почв. Изменения свойств, проявляются в разных формах и с неодинаковой степенью выраженности.

На юге Казахстана, где находится более 90 % орошаемых земель, более 50 % из них являются деградированными (отмечены факторы засоления, осолонцевания, ощелачивание, подъем уровня грунтовых вод и различные виды эрозий), повышение их продуктивности требует различных восстанавливающих (стабилизирующих) мелиоративных мероприятий. По данным Агентства РК (республики Казахстан) по управлению земельными ресурсами, за 1991–2006 годы площадь орошаемых почв сократилась на 252.0 тыс. га, или на 10.6 %. Происходит снижение основного показателя плодородия почвы – гумуса. По информации МСХ РК, за 25 лет площадь орошаемых почв с высоким содержанием гумуса снизилась с 1.6 млн. га до 255.5 тыс. га. По данным агрохимических исследований, почвы с низким содержанием гумуса на неорошаемых землях составляют 63 %, а на орошаемых – 98 %.

При оценке характера негативных последствий, ведущих к снижению плодородия, необходимо знать не только величину этого снижения, но и формы их проявления. Для этого важны факторы, происходящие в почвах не только суммарных изменений, но и изменений каждого отдельного свойства почв в отдельности.

Концепция (от лат. *conceptio* – понимание – система) стабилизации плодородия почвы состоит из положений и конструктивных принципов, которые не подчиняются или сопряжены с различными видами техногенной деятельности. В концепцию входит управление эколого-мелиоративной обстановкой путем применения интегрированных мето-

дов и технологий регулирования водно-солевым и питательным режимом орошаемых почв. В решении проблем по сохранению и стабилизации плодородия для орошаемого земледелия следует учитывать экологические аспекты, которые отражаются в следующих показателях:

- затраты воды на единицу урожая сельскохозяйственных культур;
- объем инфильтрационных потерь и нагрузки на дренаж;
- изменение запасов солей в вегетационный период в корнеобитаемой толще почв;
- интенсивность слитизации и соленакопления в корнеобитаемой толще почв;
- интенсивность и доля участия грунтовых вод в эвапотранспирации;
- скорость протекания ионообменной сорбции между почвенным раствором и почвенно-поглощающим комплексом;
- количество вымытого гумуса, органических веществ и питательных элементов;
- затраты воды на рассоление корнеобитаемой толщи и химических мелиорантов на рассолонцевания почв.

В связи с вышеизложенным, исходя из анализа происходящих почвенных процессов, реализация мероприятий по эффективному управлению земельными ресурсами должна базироваться на принципах природной системы, с учетом антропогенной нагрузки.

Работа рекомендована д.т.н., проф. Р.К. Бекбаевым, к.э.н. Р.Г. Мирсаитовым.

УДК 528.925

СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ КАРТ ДЛЯ ЗЕМЛЕУСТРОИТЕЛЬНЫХ И КАДАСТРОВЫХ РАБОТ НА ОСНОВЕ АРХИВНЫХ КАРТМАТЕРИАЛОВ

А.И. Богданов

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
dron-sp09@yandex.ru

Информационные технологии в подготовке картографических материалов для землеустроительных и кадастровых работ освоены достаточно широко [2]. Вместе с тем, часто используются архивные картографические материалы на бумажной основе. Экономия труда (при больших объемах землеустроительных и кадастровых работ) делает процедуру подготовки цифровых карт на основе бумажных материалов весьма актуальной [1].

Цель работы – показать основные положения технологии создания цифровых карт для землеустроительных и кадастровых работ с использованием бумажных картматериалов.

Процесс создания электронных карт на основе бумажных архивных картографических материалов начинается с формирования единого растрового геоинформационного пространства на объект землеустроительных или кадастровых работ. Он включает: а) создание на территорию объекта работ цифровой картографической основы масштаба 1:50 000 в растровом формате; б) конвертацию данных в геоинформационную систему MapInfo; в) привязку к растровой картографической основе масштаба 1:50 000 карт масштаба 1:10 000 на земли сельскохозяйственного назначения с использованием геоинформационной системы MapInfo [3].

Первый этап – создание на территорию муниципального района растровой картографической основы масштаба 1:50 000 включает: 1) подготовительные работы; 2) построение рамок карт масштаба 1:50 000, входящих в территорию района; 3) привязка растров к построенным рамкам карт, их обрезание; 4) сшивка растров в единое геоинформационное пространство района масштаба 1:50 000. *Второй этап* – конвертация данных из геоинформационной системы (например, Панорама) в геоинформационную систему MapInfo: а) пересчет координат углов единого геоинформационного пространства из системы 1942 г. в местную систему координат МСК-47; б) привязка единого геоинформационного пространства в местной системе координат МСК-47 в формате MapInfo. *Третий этап* – привязка к растровой картографической основе масштаба 1:50 000 карт масштаба 1:10 000 на земли сельскохозяйственного назначения в ГИС MapInfo: 1) подготовительные работы; 2) привязка «ключевого растра» масштаба 1:10 000 к единому растровому геоинформационному пространству масштаба 1:50 000; 3) построение рамок листов карты масштаба 1:10 000 на изучаемое хозяйство; 4) построение рамок листов карты масштаба 1:10 000 на изучаемое хозяйство.

Вывод: предлагается использовать технологии, позволяющие сократить затраты на создание цифровых карт на основе архивных картографических материалов.

Литература

1. Баденко В.Л., Гарманов В.В., Богданов В.Л., Терлеев В.В. Современные технологии мониторинга нарушенных земель в политехническом образовании по специализации «Маркшейдерское дело». Современные технологии и развитие политехнического образования [Элек-

тронный ресурс]: международная научная конференция, г. Владивосток, 14–18 сентября 2015 г. / Дальневост. федерал. ун-т. – 2015. – С. 146–150.

2. Гарманов В.В. Землеустроительное проектирование. – СПб.: СПбГУ, 2016. – 96 с.

3. Осипов А.Г., Гарманов В.В., Генгут И.Б. Геоинформационное обеспечение эколого-мелиоративного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения // Журнал «Землеустройство, кадастр и мониторинг земель». – 2016. – № 1. – С. 44–49.

Работа рекомендована к.э.н., доц. В.В. Гармановым.

УДК 332.2

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

А.М. Богомолов

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
staching@mail.ru

Определение лучшего варианта использования нарушенных земель после их рекультивации путем сравнения затрат на рекультивацию и потенциального чистого дохода от реализации природно-восстановительных и природоохранных мероприятий весьма актуально в условиях урбанизации и развития промышленного производства [4].

Цель работы – определить показатели эффективности рекультивации, которые могут использоваться для обоснования направления использования почвенного покрова восстановленных земель.

Причины нарушения земель условно можно объединить в две группы: 1) природные (подтопление, переувлажнение, заболачивание; эрозия почв); 2) антропогенные (карьеры местных строительных материалов, карьеры открытой добычи полезных ископаемых, торфопоразработки; отвалы промышленных отходов, отвалы вскрышных пород, свалки твердых бытовых отходов; загрязнение радионуклидами и тяжелыми металлами, химическими веществами) [2]. Анализ литературы и проектов по рекультивации нарушенных земель показывает, что, вероятно, только с.-х. угодья, подвергнутые воздействию негативных факторов, могут быть восстановлены в с.-х. угодья [1, 3].

Учитывая имеющиеся рекомендации по устранению последствий негативного природного и антропогенного воздействия на почвенный покров, для обеспечения устойчивого развития сельского хозяйства целесообразно использовать нормативный показатель эффективности ка-

питательных вложений. Таким показателем является коэффициент (K_3): $K_3 = 1/T$, где T – срок окупаемости затрат.

Экономический ущерб от загрязнения (захламления) земель можно рассчитать: 1) при консервации загрязненных земель ($Уэ1$) по формуле: $Уэ1 = Ср + Ск + Ву$, где: $Ср$ – рыночная (кадастровая) стоимость земельного участка до его загрязнения; $Ск$ – стоимость консервации нарушенных земель; $Ву$ – упущенная выгода за максимальный период возможной аренды – с учетом дисконтирования за 49 лет; 2) при рекультивации загрязненных земель ($Уэ2$) по формуле: $Уэ2 = С_{рек} + Ву$, где: $С_{рек}$ – затраты на рекультивацию; $Ву$ – упущенная выгода за период неиспользования нарушенных земель и период полной рекультивации (технический и биологический этапы рекультивации – 5–8 лет с учетом дисконтирования).

Выводы: а) критерием экономической эффективности может быть коэффициент экономической эффективности (K_3) и величина предотвращаемого экономического ущерба; б) социальный эффект выражается показателем улучшения условий жизни и труда населения, улучшения условий ведения личного подсобного хозяйства.

Литература

1. *Арефьев Н.В., Гарманов В.В., Осипов А.Г.* Ландшафтно-экологическое районирование и мониторинг Северо-Запада России // Журнал «НТВ СПбПУ». – 2003. – № 2. – С. 58–64.

2. *Богданов В.Л., Гарманов В.В., Тимофеева Ю.Р., Терлеев В.В., Баденко В.Л.* Динамика нарушенных земель и качественного состава хвостов на горно-обогатительном комбинате // Сб. докл. конф. «XLIII Неделя науки СПбПУ». – 2014. – С. 34–36.

3. *Гарманов В.В.* Землеустроительное проектирование. – СПб.: СПбГУ, 2016. – 96 с.

4. *Наймушина Е.А.* Принципы организации территориального ресурса в стратегическом проектировании устойчивого развития территории // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения. Сб. науч. тр. межд. конф. проф.-препод. состава. – СПб. – 2016. – Изд-во: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет.

Работа рекомендована к.э.н., доц. В.В. Гармановым.

ОБОСНОВАНИЕ МОДЕЛИ ГИСТЕРЕЗИСА ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПОЧВЫ И ДОКАЗАТЕЛЬСТВО ОТСУТСТВИЯ «ЭФФЕКТА ПОМПЫ»

Р.С. Гиневский, В.А. Лазарев

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
rginevski@gmail.com

При моделировании гидрофизических свойств почвы существует проблема обоснования и учета явления гистерезиса водоудерживающей способности почвы [1–5].

Цель работы: обоснование модели гистерезиса водоудерживающей способности почвы в рамках физических концепций о строении и свойствах почвенных пор.

В рамках представлений о природе гистерезиса водоудерживающей способности почвы на кафедре ВиГС СПбПУ сформулированы две системы соотношений [6].

Первая система имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \theta = \begin{cases} \theta_r + (\theta_s - \theta_r) / (1 + (-\alpha_d (\psi - \psi_{ae}))^{n_d}), & \psi < \psi_{ae}; \\ \theta_s, & \psi \geq \psi_{ae}; \end{cases} \\ \alpha_d = -1 / (\psi_{0,d} - \psi_{ae}) = r_{0,d} / \beta, \quad n_d = 4 / (\sigma_d \sqrt{2\pi}). \end{array} \right.$$

Вторая система имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \theta = \begin{cases} \theta_r + (\theta_s - \theta_r) / (1 + (-\alpha_w (\psi - \psi_{we}))^{n_w}), & \psi < \psi_{we}; \\ \theta_s, & \psi \geq \psi_{we}; \end{cases} \\ \alpha_w = -1 / (\psi_{0,w} - \psi_{we}) = r_{0,w} / \beta, \quad n_w = 4 / (\sigma_w \sqrt{2\pi}). \end{array} \right.$$

Здесь: θ – объемная влажность почвы; ψ – капиллярное давление влаги; ψ_{ae} – давление барботирования; ψ_{we} – давление входа воды в самую узкую пору; $r_{0,d}$ и $r_{0,w}$ радиусы пор, которым соответствуют $\ln \bar{r}_{0,d}$ и $\ln \bar{r}_{0,w}$ – наиболее вероятные значения, σ_d и σ_w – стандартные отклонения величины $\ln \bar{r}$ для десорбционного и сорбционного равновесий. С использованием компьютерной программы «HYSTERESIS» [7] проведены вычислительные эксперименты в широком диапазоне капиллярного давления влаги с параметрами, характерными для почв различного грансостава: негативный «эффект помпы» не выявлен.

Выводы: а) параметры модели могут быть оценены по косвенным данным о физических свойствах почвы; б) теоретически обоснованная модель позволяет прецизионно прогнозировать сканирующие ветви по

экспериментальным данным о главных ветвях петли гистерезиса водоудерживающей способности почвы.

Литература

1. Заславский Б.Г., Терлеев В.В. Моделирование гидрофизических характеристик почв // Сб. «Автоматизация науч. исслед. и проект. АСУ ТП в мелиорации», Фрунзе, 1988. С. 82.

2. Полуэктов Р.А., Терлеев В.В. Моделирование водоудерживающей способности и дифференциальной влагоемкости почвы // Метеорология и гидрология. – 2002. – № 11. – С. 93–100.

3. Полуэктов Р.А., Опарина И.В., Терлеев В.В. Три способа расчета динамики почвенной влаги // Метеорология и гидрология. – 2003. – № 11. – С. 90–98.

4. Terleev V.V., Mirschel W., Wenkel K.O., Schindler U. Estimation of soil water retention curve using some agrophysical characteristics and Voronin's empirical dependence // International Agrophysics (Lublin). – 2010. – V. 24. – No 4. – PP. 381–387.

5. Гурин П.Д., Терлеев В.В. Использование логнормального распределения эффективных радиусов почвенных капилляров для моделирования водоудерживающей способности почвы // Сб. «XL НЕДЕЛЯ НАУКИ СПбГПУ». СПб.: СПбГПУ, 2011. – С. 319–321.

6. Терлеев В.В., Топаж А.Г., Мишель В., Гурин П.Д. Моделирование водоудерживающей способности почвы на основе представлений о капиллярном гистерезисе и логнормальном распределении пор по размерам: теория // Агрофизика. – 2014. – № 1 (13). – С. 9–19.

7. Терлеев В.В., Топаж А.Г., Гурин П.Д. Программа «HYSTERESIS» для расчета сорбционных и десорбционных ветвей петли гистерезиса водоудерживающей способности почвы // В сб. «Материалы науч. сессии по итогам 2012 г.» СПб.: АФИ, 2013. – С. 161–166.

Работа выполнена при поддержке РФФИ № 16-04-01473-а.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. В.В. Терлеевым.

ОЦЕНКА ОТНОШЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ К
КОЭФФИЦИЕНТУ ФИЛЬТРАЦИИ ПО ДАННЫМ О
ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПОЧВЫ

И.Ю. Гусева, А.О. Никоноров, Р.С. Гиневский

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
inna.krylova@mail.ru

В качестве коэффициентов уравнения Ричардса, применяемого для расчета динамики почвенной влаги, обычно используются эмпирические зависимости. Для идентификации параметров этих зависимостей необходим большой объем данных, получение которых требует значительных трудозатрат. В этой связи актуальными являются задачи косвенной оценки таких параметров по относительно доступным данным [1].

Цель исследования – развитие метода оценки отношения гидравлической проводимости почвы к коэффициенту фильтрации влаги $\bar{k}$.

На кафедре ВиГС СПбПУ построена модель, описывающая гидрофизические свойства почвы с учетом гистерезиса [2–4]. Для расчета $\bar{k}$ используется усовершенствованный метод Муалема-Ван Генухтена [5]. Аппроксимация $\bar{k}$ описывается формулой:

$$\bar{k} \approx \begin{cases} 1/\sqrt{1 + (-\alpha(\psi - \psi_{ae}))^n} / (1 + \exp(8/(n\pi))(-\alpha(\psi - \psi_{ae}))^2), & \psi < \psi_{ae}; \\ 1, & \psi \geq \psi_{ae}, \end{cases}$$

где $\alpha = r_{\max} \bar{r}_0 / \beta$; $n = 4/(\sigma\sqrt{2\pi})$; $\beta = 2\gamma \cos \varphi / (g\rho_w)$; ψ – капиллярное давление влаги; ψ_{ae} – давление барботирования; $\bar{r}_0$ – эффективный радиус поры, при котором случайная величина $\ln \bar{r} = (r - r_{\min}) / (r_{\max} - r)$ достигает наиболее вероятного значения; σ – стандартное отклонение случайной величины $\ln \bar{r}$; $r_{\max}$ – радиус наибольшей поры; $r_{\min}$ – радиус наименьшей поры; γ – коэффициент поверхностного натяжения почвенной влаги на границе с воздухом; φ – краевой угол смачивания водой поверхности твердой фазы почвы; g – ускорение свободного падения; ρ_w – плотность воды.

Выводы: физически обоснована и аппроксимирована зависимость гидравлической проводимости почвы от капиллярного давления влаги; для расчета $\bar{k}$ использованы данные о водоудерживающей способности почвы и коэффициенте фильтрации влаги.

Литература

1. Заславский Б.Г., Терлеев В.В. Моделирование гидрофизических характеристик почв // Сб. «Автоматизация науч. исслед. и проект. АСУ ТП в мелиорации», Фрунзе, 1988. С. 82.
2. Гурин П.Д., Терлеев В.В. Использование логнормального распределения эффективных радиусов почвенных капилляров для моделирования водоудерживающей способности почвы // Сб. «XL НЕДЕЛЯ НАУКИ СПбГПУ». – СПб.: СПбГПУ, 2011. – С. 319–321.
3. Гурин П.Д., Терлеев В.В. Моделирование водоудерживающей способности почвы с учетом гистерезиса // Сб. «Тенденции развития агрофизики в условиях изменяющегося климата». – 2012. – С. 497–501.
4. Терлеев В.В., Топаж А.Г., Гурин П.Д. Программа «HYSTERESIS» для расчета сорбционных и десорбционных ветвей петли гистерезиса водоудерживающей способности почвы // В сб. «Материалы науч. сессии по итогам 2012 г.» СПб.: АФИ, 2013. – С. 161–166.
5. Терлеев В.В., Баденко В.Л., Топаж А.Г., Мишель В., Гусева И.Ю. Преимущества усовершенствованного метода Муалема-Ван Генухтена на примере глинистой почвы // Агрофизика. – 2014. – № 4 (16). – С. 27–34.

Работа выполнена при поддержке РФФИ № 16-04-01473-а.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. В.В. Терлеевым.

УДК 631.4

ИЗМЕНЕНИЕ ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПЫЛЕВАТО-СУГЛИНИСТЫХ ПОЧВ БЕЛАРУСИ ПОД ВЛИЯНИЕМ АГРОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ (НА ПРИМЕРЕ ОРШАНСКО-МСТИСЛАВСКОГО ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНА)

С.В. Дыдышко

РУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси, Минск,
soil@tut.by

Дерново-подзолистые почвы, сформировавшиеся на лессовых и лессовидных суглинках, занимают более 60 % площади пахотных земель Оршанско-Мстиславского почвенно-экологического района (ПЭР) и являются самыми плодородными в республике, наиболее интенсивно используемыми в сельскохозяйственном производстве. Оценка устойчивости почв к антропогенным воздействиям должна быть основана на объективных качественных и количественных критериях, характери-

зующих пространственно-временные изменения свойств, к которым относятся и показатели гумусного состояния.

Для установления количественных изменений и выявления наиболее динамичных показателей гумусного состояния почв под влиянием агрогенных воздействий на пахотных землях СПК «Знамя труда» Мстиславского района Могилевской области была заложена катена, характеризующая агродерново-подзолистые пылевато-суглинистые почвы, сформировавшиеся на мощных лессовидных отложениях различной степени окультуренности. В ГЛХУ «Горецкий лесхоз» Горецкого района Могилевской области был заложен разрез, характеризующий их естественный аналог, показатели которого взяты за «нулевую точку отсчета». Определение группового и фракционного состава гумуса проводилось и для гумусовых и агрогумусовых горизонтов по методу Тюрина в модификации Пономаревой и Плотниковой в лаборатории почвенно-агрохимических анализов института.

Проведенный сравнительный анализ полученных данных показал, что в гумусном состоянии исследуемых почв в результате агрогенной трансформации произошли следующие изменения:

- увеличение содержания фракции гуминовых кислот, связанных с кальцием ГК-2 (% от $C_{\text{общ}}$) до 11.11–28.28 % в агрогумусовом горизонте хорошо- и высокоокультуренных почв против 8.16 % в гумусовом горизонте естественной почвы (отклонение составило (+36.1)–(+246.6) %) и фракции прочносвязанных гуминовых кислот ГК-3 аналогичных горизонтов до 10.10–13.13 % против 6.12 % (отклонение составило (+65.0)–(+114.5) %);

- снижение содержания самой агрессивной фракции фульвокислот ФК-1а до 2.02–3.53 % в агрогумусовых горизонтах хорошо- и высококультуренных почв против 10.20 % в гумусовом горизонте естественной почвы (отклонение составило (–80.2)–(–65.4) %);

- рост суммы гуминовых кислот ГК (% от $C_{\text{общ}}$) до 44.44–58.58 % в верхних горизонтах окультуренных аналогов против 32.65 % в гумусовом горизонте естественной почвы (отклонение составило (+36.1)–(+79.4) %);

- расширение соотношения $C_{\text{гк}}/C_{\text{фк}}$ до 1.69–2.76 в агрогумусовых горизонтах хорошо- и высокоокультуренных почв против 1.28 в гумусовом горизонте лесной почвы (отклонение составило (+32.0)–(+115.6) %);

- увеличение степени гумификации до 62.86–73.43 % против 56.14 % (отклонение составило (+12.0)–(+30.8) %) и запасов гумуса в

слое 0–20 см до 64.14–143.22 т/га против 26.03 т/га (отклонение составило (+146.4)–(+450.2) %) в аналогично рассматриваемых горизонтах.

Таким образом, для характеристики трансформации исследуемых почв под влиянием агрогенных воздействий наиболее информативными явились показатели содержания фракции ГК-2 (% от $C_{\text{общ}}$), ФК-1a, $\Sigma\text{ГК}$, $C_{\text{ГК}}/C_{\text{ФК}}$, запаса гумуса в слое 0–20 см, установленные на основании значений их максимальных отклонений.

Работа рекомендована к.с.-х.н., зав. Сектором методики картографирования и бонитировки почв Т.Н. Азаренок; к.с.-х.н., в.н.с. сектора методики картографирования и бонитировки почв С.В. Шульгиной.

УДК 332.54

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ

И.И. Иतिकеев

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
garmanovv@mail.ru

Ценность земель сельскохозяйственного назначения, которые подверглись негативным природным или антропогенным воздействиям, характеризуются отрицательной эффективностью – ущербом от этих воздействий. Такой ущерб может быть оценен: а) превышением предельно допустимых концентраций (ПДК) поллютантов в почве; б) ухудшением агрохимического состояния почвы [1]; в) негативным изменением гидрофизических свойств почвы, в том числе – ее водоудерживающей способности [2]; г) ухудшением питательного режима почвы, в том числе – по отношению к соединениям азота [3]; д) снижением продуктивности агроценозов в целом [4]. Оценка ущерба от химического загрязнения почвы заключается в определении объема затрат, необходимых для устранения последствий влияния неблагоприятных факторов [5].

Цель исследования – оценка экологического ущерба и уточнение технологии работ по рекультивации химически загрязненной почвы, используемой в агропроизводстве.

Объект исследования – земельный участок, на котором залегает чернозем глинисто-иллювиальный среднесуглинистый. Участок площадью 979 466 м² с кадастровым номером 02:06:050302:15 относится к категории земель сельскохозяйственного назначения. По суммарному показателю загрязнения почвы подвижными формами тяжелых металлов (ТМ) участок соответствует категории «опасная» ($Z_c = 42.4$). Обна-

ружено повышенное валовое содержание меди и никеля, которые относятся ко второму классу ТМ по степени опасности («умеренно опасные»). Выявлено повышенное содержание подвижных форм цинка.

Поскольку превышающие ориентировочно допустимые концентрации относятся к «умеренно опасным» ТМ (Cu и Ni), а в отношении подвижных форм ТМ обнаружено лишь незначительное превышение Zn (31 мг/кг) при ПДК (23 мг/кг), постольку снижение содержания в почве ТМ возможно путем внесения в нее минеральных удобрений и извести. При загрязнении ТМ почвы со слабокислой или близкой к нейтральной реакцией среды применение только известкования является малоэффективным: и в этом случае необходимо вносить минеральные удобрения (рекомендуемые дозы: извести – 5 т/га, минеральных удобрений – 0.3 т/га). При систематическом внесении минеральных удобрений в более высоких дозах может происходить подкисление почвы и, следовательно, увеличиваться подвижность ТМ. Если в почву вносится, например, 0.5 т/га минеральных удобрений, то рекомендуемая доза извести составляет 7 т/га.

Выводы. Полученные результаты позволяют оценить экологический ущерб и уточняют технологические операции по рекультивации химически загрязненной почвы: вспашку, транспортировку и внесение в почву агрохимикатов.

Литература

1. *Терлеев В.В.* Математическое моделирование в почвенно-гидрологических и агрохимических исследованиях: Учебное пособие. СПб.: СПбПУ, 2005. Выпуск 7.

2. *Гурин П.Д., Терлеев В.В.* Использование логнормального распределения эффективных радиусов почвенных капилляров для моделирования водоудерживающей способности почвы // Сб. «XL НЕДЕЛЯ НАУКИ СПбГПУ». – СПб.: СПбГПУ, 2011. – С. 319–321.

3. *Полуэкттов Р.А., Терлеев В.В.* Компьютерная модель динамики содержания азота в корнеобитаемом слое почвы // Агрохимия. – 2010. – № 10. – С. 68–74.

4. *Badenko V., Terleev V., Topaj A.* AGROTOOL software as an intellectual core of decision support systems in computer aided agriculture // Applied Mechanics and Materials. – 2014. – V. 635-637. – PP. 1688–1691.

5. *Гарманов В.В.* Землеустроительное проектирование. – СПб.: СПбГУ, 2016. – 96 с.

Работа рекомендована к.э.н., доц. В.В. Гармановым.

ИНДИКАТОРЫ СТАРОЗАЛЕЖНОСТИ ПОЧВ
ПОДТАЙГИ ЮГА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.Г. Калмыкова

Томский государственный университет, nadezhda.kalmykova.92@mail.ru

Пашенное земледелие в зоне подтайги юго-востока Западно-Сибирской равнины (юг Томской области) появилось к концу первой половины XVII века, когда под городом Томском появилась первая государственная пашня. Позже площадь пашни только росла. Например, анализ данных переписи населения в деревнях наименее освоенного в Притомье бассейна р. Тугояковки показал, что на период массовой распашки конца XIX начала XX-го века численность населения возросла в среднем в 4.5 раза (с 200 до 860 чел.), а площадь пашни увеличилась до 8 км². Пашни довольно быстро выпаживались (за 20–40 лет) и в условиях достатка земель их часто забрасывали, особенно вокруг сёл. На заброшенных пашнях развивались постагрогенные сукцессионные ряды растительности, которые часто управлялись местным населением, которое стремилось их превратить в припоселковые кедровые леса. Постепенность и длительный период забрасывания пашен привели к формированию залежных земель с различным возрастом протекания постагрогенных сукцессий.

В результате антропогенного воздействия (распашка, вырубка лесов, палы и т.д.) изменяется строение почвы, образуется пахотный горизонт, меняются водно-воздушные свойства и т.д. После прекращения активного использования почва постепенно возвращается к своему исходному состоянию. Цель работы – установить, какие процессы происходят в почве и в растительности во время восстановления, и обнаружить индикаторы старозалежности почв в подтайге Притомья.

Для выявления старых залежей использовали такие признаки, как одновозрастность наиболее старого поколения деревьев в древостое, формы крон, набор видов деревьев, а также близкое расположение к старым деревьям. Далее изучали почвы на этих залежах с целью найти индикаторы былой распашки. Было установлено, что наиболее четко сохраняются признаки распашки в почвах микроводоразделов. Это в первую очередь морфология нижней границы пахотного горизонта, с глубиной её залегания в диапазоне 18 см. Также утяжеление гранулометрического состава в верхней части старопашотного горизонта, уменьшенная мощность элювиальных горизонтов и увеличенная их мощность в почвах ложбин. Наличие следов выкорчевывания леса и приуроченность мелких угодков к одним и тем же глубинам так же говорит о бывшем антропо-

генном использовании данных почв. Наиболее достоверно устанавливается агрогенный этап в развитии экосистемы при сопряженном анализе параметров древостоя и почв.

До распашки на исследуемой территории преобладали леса с доминированием темнохвойных видов деревьев. Относительно слабые воздействия (выпас скота, краткая распашка, сенокошение, палы), осветляющие леса и способствующие развитию травяного яруса, способствовали проградации гумусовых горизонтов, в то же время в местах наиболее длительной распашки происходил обратный процесс, приводящий к осветлению верхних горизонтов, формированию более оподзоленных почв. В связи с этой разнонаправленностью почвообразования, в одинаковых геогенных условиях встречаются контрастные профили почв по степени развития оподзоленности и характеру гумусового профиля.

Все эти данные и признаки в совокупности дают возможность увидеть, что территории верхней и нижней подтайги Притомья, в настоящее время покрытые лесом, ранее активно вовлекались в сельскохозяйственное освоение.

Работа рекомендована к.б.н., с.н.с. С.В. Лойко.

УДК 631.4

ИЗУЧЕНИЕ АГРЕГАТИВНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ ДИФРАКТОМЕТРИИ

А.Г. Рюмин, М.А. Торопкина

Санкт-Петербургский государственный университет, a.gumin@spbu.ru

При постановке опытов с различной концентрацией препаратов гуминовых кислот (ГК) и их оценки на физиологическую активность культуры водоросли *Chlorella vulgaris* было отмечено, что в ряде случаев на дне склянок, в которых ставили опыт, формировался хлопьевидный осадок коричневатого-бурого цвета.

Нестабильное поведение системы раствор ГК – питательная среда – культура водоросли привели к необходимости более тщательного изучения этого феномена. При этом стоит отметить, что в реальной среде гуминовые препараты так же испытывают на себе влияние различных по составу и свойству растворов. Поэтому изучение поведения ГК при взаимодействии с растворами разного химического состава весьма актуально.

Исходя из понятий современной коллоидной химии диспергированные частицы, диаметр которых находится в интервале от 1 до 10^3 нм, являются коллоидными дисперсиями. Согласно данным, приведенным Н.К. Бреди и Р.Р. Вейл, диаметр коллоидов гуминовых веществ (ГВ) находится в этом же интервале: он составляет 10^2 – 10^3 нм [1].

Гуминовым веществам присущи все основные свойства коллоидных поверхностно-активных соединений, причем они должны быть ярче выражены у ГК, чем у фульвокислот (ФК). ГК по сравнению с ФК содержат меньше кислородсодержащих функциональных групп и больше ароматических соединений. Иными словами, гидрофильно-амфифильный баланс ГК сдвинут в гидрофобную сторону, а ФК – в гидрофильную [2].

Нами было проанализировано 3 препарата гуминовых кислот, выделенных из верхней части профиля (0–5 см) следующих почв:

- чернозем целинный (Стрелецкая степь, Курская область);
- дерново-подзолистая целинная почва (урочище Горушка, Новгородская область);
- серая целинная почва (Заповедник Белогорье, Белгородская область).

Для целей опыта были приготовлены рабочие растворы с концентрацией препарата равной 0.001 % и разной концентрацией питательных сред или солей. Сухой препарат ГК растворяли в 0.02 н. NaOH, после чего доводили до рабочей концентрации дистиллированной водой. Всего готовили 8 концентраций по схеме, приведенной в таблице.

Таблица. Схема постановки опыта с различными концентрациями солей.

№	Объем питательной среды или соли, мл	Объем воды, мл	№	Объем питательной среды или соли, мл	Объем воды, мл
1	0	30	5	10	20
2	1.0	29	6	15	15
3	2.5	27.5	7	20	10
4	5.0	25	8	30	0

Оценка коагуляции ГК в растворе проводилась с использованием лазерного дифрактометра Shimadzu SALD-2201, который позволяет оценить размер и соотношение формирующихся ассоциатов. Все расчеты производились на объем, занимаемый частицами; показатель преломления (refractive index) принятый для расчета – 3.0–0.2i.

В процессе работы было сделано предположение, что оптическая плотность растворов препаратов ГК и способность их к коагуляции зависит от концентрации щелочи, в которой производилось растворение

препарата (и, следовательно, pH среды). Проверка первого предположения выполнена на препаратах дерново-подзолистой целинной почвы и серой целинной почвы. Опыт проводили на спектрофотометре Unic-1201; кювета с длиной оптического пути 10 мм; длина волны 320 нм; кювета сравнения с дистиллированной водой. Сравнивали оптическую плотность исходного раствора ГК на 0.02 н. NaOH, смешанного в разных пропорциях с дистиллированной водой и 0.1 н. NaOH. В итоге было отмечено, что оптическая плотность всегда выше для более щелочных растворов. Зависимость коагуляции от концентрации щелочи требует дальнейшего изучения.

При анализе препарата ГК чернозема целинного со средой Кнопа отчетливо видно образование небольшого количества ассоциатов ГК в виде слабой мути. При этом, низкие концентрации среды Кнопа не вызывают формирование мути. Измерения на лазерном дифрактометре начинали проводить с раствора, где концентрация среды Кнопа максимальна (вариант № 8). Разброс размеров частиц большой (от 3 до 25 мкм), отмечаются частицы как более крупные, так и более мелкие, максимум находится в области 8 мкм. Отмечено, что в колбах с более высокой концентрацией среды Кнопа в растворе сигнал, получаемый с датчиков прибора, очевидно, выше. При этом единый пик распределения частиц разбивается на несколько – обособливаются фракции с размером 8, 38 и 98 мкм. Этому же способствует перемешивание образца, которое, в дополнение, приводит к увеличению абсолютного количества частиц. Отчетливый сигнал появляется с варианта № 6. В № 5 сигнал слабый, что не позволяет делать достоверные заключения о размере частиц. В вариантах 2–4 сигнал практически отсутствует, что не позволяет достоверно говорить о процессе коагуляции.

Опыт на среде Кнопа с препаратом ГК дерново-подзолистой почвы, показал отсутствие рассеяния света во всех вариантах опыта. Только сильно повысив концентрацию ГК (добавили 1000 мкл исходного препарата ГК к раствору в варианте № 8), был отмечен слабый сигнал, который не позволяет провести достоверные измерения размеров частиц.

Анализ препарата ГК серой целинной почвы со средой Кнопа также показал отсутствие значимого рассеяния света во всех вариантах опыта. В варианте № 8 появляется сигнал на уровне шумов, что не позволяет делать выводы о размере формирующихся частиц.

Препарат ГК серой целинной почвы был проанализирован на возможность образования коагулятов с растворами хлоридов магния и натрия ($MgCl_2$, $NaCl$), а также питательной средой Тамия, широко распространенной для целей культивирования культуры *Chlorella vulgaris*.

Опыты были поставлены согласно таблице для концентрации препарата ГК 0.001 %. Для всех вариантов опыта образование коагулятов и, следовательно, формирование сигнала на приборе отмечено не было. Исключение составил опыт № 8 с раствором $MgCl_2$. Но даже в этом варианте полученный сигнал находился на уровне шумов, что не позволяет оценить размер формирующихся частиц.

Проделанные опыты показывают существенную вариабельность процессов формирования ассоциатов ГК. Определяющим в этом процессе является качественный состав ГК и особенно амфифильные свойства их макромолекул, а также химический состав среды (раствора), с которой взаимодействуют ГК.

Литература

1. *Brady N.C, Weil R.R.* The Nature and Properties of Soils. New Jersey, 2002.

2. *Милановский Е.Ю.* Гумусовые вещества почв как природные гидрофобно-гидрофильные соединения. М.: ГЕОС, 2009. – 186 с.

Работа рекомендована д.б.н., проф. каф. почвоведения и экологии почв С.Н. Чуковым.

УДК 631.459:631.61

УЧЕТ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Д.Д. Фомичев

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
dandrak94@mail.ru

Актуальность работы обусловлена необходимостью: а) совершенствования оценки затрат на охрану и рекультивацию земель и б) установления поправки к их стоимости.

Цель работы – определить порядок корректировки кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения, которые были подвергнуты химическому загрязнению.

Кадастровая стоимость земельного участка (K_C) определяется по формуле:

$$K_C = УПКС \cdot S,$$

где $УПКС$ – удельный показатель кадастровой стоимости; S – площадь земельного участка.

При загрязнении земель затраты на поддержание плодородия ожидаются значительными, и потребуется рассчитывать стоимость восстановления земель [3]. Поэтому для получения объективной информации об экономической ценности земель сельскохозяйственного назначения, соответствующих их состоянию, необходимо для каждой почвенной разности и наиболее типичных их сочетаний определить величину корректировки кадастровой стоимости вследствие загрязненности. Для этого требуется определить стоимость работ по восстановлению нарушенных земель и устранению последствий их загрязнения в соответствии с оценкой эколого-экономического ущерба [2].

Формула определения скорректированной кадастровой стоимости примет вид:

$$K_C = УПКС \cdot S - У_{Эн},$$

где $У_{Эн}$ – эколого-экономический ущерб (от загрязнения или захламления земель).

Выводы: размер ущерба от загрязнения или захламления земель варьирует в зависимости от дальнейшего использования земель [1]: а) если под воздействием негативных факторов нарушенные земли выбывают из оборота навсегда, то необходимо определить их рыночную стоимость до момента этого воздействия, а также – упущенную выгоду (с учетом урожайности [4–7]) за максимальный период возможной аренды (с дисконтированием за 49 лет) и затраты на консервацию этих земель; б) если нарушенные земли возвращаются в оборот посредством рекультивации, то ущерб равен стоимости рекультивационных работ, увеличенной на размер упущенной выгоды за период восстановления плодородия.

Литература

1. *Арефьев Н.В., Гарманов В.В., Осипов А.Г.* Ландшафтно-экологическое районирование и мониторинг Северо-Запада России // Журнал «НТВ СПбПУ». – 2003. – № 2. – С. 58–64.
2. *Богданов В.Л., Гарманов В.В., Тимофеева Ю.Р., Терлеев В.В., Баденко В.Л.* Динамика нарушенных земель и качественного состава хвостов на горно-обогатительном комбинате // Сб. докл. конф. «XLIII Неделя науки СПбПУ». – 2014. – С. 34–36.
3. *Гарманов В.В.* Землеустроительное проектирование. – СПб.: СПбГУ, 2016. – 96 с.
4. *Гурин П.Д., Терлеев В.В.* Использование логнормального распределения эффективных радиусов почвенных капилляров для моделирования водоудерживающей способности почвы // Сб. «XL НЕДЕЛЯ НАУКИ СПбГПУ». – СПб.: СПбГПУ, 2011. – С. 319–321.

5. *Полуэктов Р.А., Терлеев В.В.* Компьютерная модель динамики содержания азота в корнеобитаемом слое почвы // *Агрохимия*. – 2010. – № 10. – С. 68–74.

6. *Терлеев В.В.* Математическое моделирование в почвенно-гидрологических и агрохимических исследованиях: Учебное пособие. СПб.: СПбПУ, 2005. Выпуск 7.

7. *Badenko V., Terleev V., Topaj A.* AGROTOOL software as an intellectual core of decision support systems in computer aided agriculture // *Applied Mechanics and Materials*. – 2014. – V. 635-637. – PP. 1688–1691.

Работа рекомендована к.э.н., доц. В.В. Гармановым.

Секция V

Деградация почв.

Оценка ущерба

THE NECESSARY OF AN UNION MODEL
FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF CASPIAN SHORES
FOR ALL NEIGHBORING COUNTRIES

Akhavan Ghalibaf, M.¹, Bidaki, H.¹. and Savin, I.²

¹Assistant professor and PhD student in Yazd University,

²Professor in Moscow, V.V. Dokuchaev Moscow Soil Institute,
makhavan_ghalibaf@hotmail.com

Caspian sea with an area of 400 000 km² has occupied about 12 % of the watershed with the geological formations from paleozoic to quaternary periods. The fate of Khazar is directly related to some countries like as Iran, Russia, Azerbaijan, Turkmenistan and Kazakhstan and indirectly to the all countries in Central Asia. The major aim of this study is helping to establish union instruction for sustainable development in the sea and shores of this region. Darvish Bastami et al. (2014) measured some heavy metals in soil and water of southern shore of Caspian and found the anomalies for arsenic. Сапанов (2003), Sapanov et al. (2005) and Sizemskaya and Bychkov (2005) studied ecological restoration and conservation of lands in northern area of Caspian. Нурн (2003) from Moscow State Lomonosov University studied geographical aspects of Caspian in the western shores. Акбарнур (2015) from Saint Petersburg Stat University studied the Persian Gulf in Bushehr industrial shores. He found high pollution of heavy metals in soil and water in this region because of oil explorations. Soil and sea water sampling were done at 18 points on all southern shore in Iranian part of Khazar. Some heavy metals were analyzed from the samples using Atomic absorption method. Wofost (World Food Studies) is a computer model that simulates growth and production of annual field crops that also has used in third study. It enables a quantitative estimation of the potential for crop growth under specified soil and weather conditions. Such estimates are the basis for the assessment of options for regional agricultural production, or can be used for the analysis of variability and trends in crop yields. Caspian Sea related to neighbor countries is shown in the figure (Right) and the Iranian shores can be seen in the figure (Left). The primary results has shown decreasing of Nitrate in sea water from West to East in southern shores. The analyses of heavy metals showed some increasing of the Pb on western shores that can be result of paper factories nearby the rivers which finally empties into the sea (Figure, left).

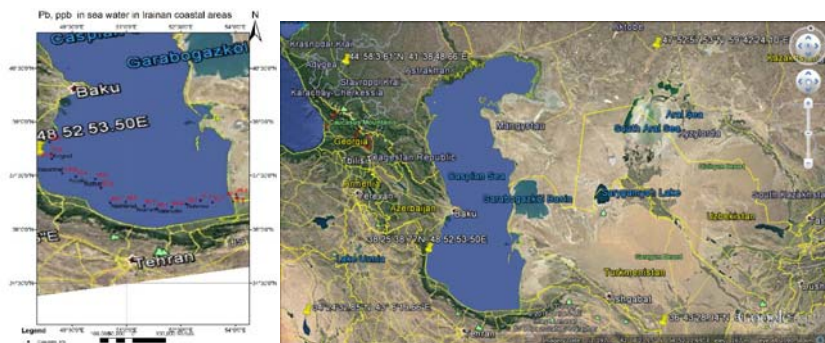


Fig. Iranian shores (left) and Caspian sea and rounding countries (Right).

References

1. *Darvish Bastami Kazem, Hossein Bagheri, Vahid Kheirabadi, Ghasem Ghorbanzadeh Zaferani, Mohammad Bagher Teymori, Ali Hamzehpoor, Farzaneh Soltani, Sarah Haghparast, Sayyed Reza Moussavi Harami, Nasrin Farzaneh Ghorghani, Sahar Ganji.* 2014. Distribution and ecological risk assessment of heavy metals in surface sediments along south-east coast of the Caspian Sea. *Marine Pollution Bulletin* 81: 262–267.
2. *Sapanov M., Sizemskaya M., Olovyanikova I.* 2005. Agro-Forest Meliorative System of Adaptive Nature Management under Dry Semidesert Conditions in the Northern Caspian Lowland // *Eur. Soil. Sci.* Vol. 38. № 3. P. 230–236.
3. *Sizemskaya M., Bychkov N.* 2005. The Salt Status of Meadow-Chestnut Soils in the Northern Caspian Region upon a Rise in the Ground-Water Level // *Eur. Soil Sci.*, Vol. 38. N 5. P. 480–485.
4. *Акбарнур Даруш.* 2015. Оценка влияния промышленных сточных вод на прибрежные экосистемы персидского залива (На примере провинции Бушер). Иран. Диссертация на соискание уч. степени кандидата географических наук. Санкт-Петербургский государственный университет.
5. *Нури Голмреза.* Эколого-географические последствия колебаний уровня Каспийского моря для ландшафтов. МГУ. Геог. Фак. Москва, 2003, 149 с.
6. *Сапанов М.К.* Экология лесных насаждений в аридных регионах. Институт лесоведения. РАН. Москва, 2003. 247 с.

THE DETECTION OF LOCAL MINERAL DUSTS BY COMBINING SPECTRAL DATA USING REMOTE SENSING IN CENTRAL IRAN

Shirazi, M.¹, Akhavan Ghalibaf, M.¹, and Savin, I.²

¹Yazd University, ²V.V. Dokuchaev Moscow Soil Institute,
makhavan_ghalibaf@hotmail.com

Any suspended material with different size and shape in the air has defined as particles. Among all suspended particles at atmosphere, the particles with 10 and 2.5 microns in diameters and less ones are attending for air pollution studies and environment health (DEQ, 2014). There are many factors involved in the emergence of the phenomenon of dust that they can be classified into two majors categories: natural and human factors. Natural represented by aerosol factors including climate change, volcanic origin. The human or man-made factors include the drying up of wetlands, desertification, the loss of underground water and industrial activities such as metal and non-metal industries, mining, urban activities (Civil, services and trade) and others. Then due to the important role of the dust pollutions at the health of human, identification and control of them are necessary. Because Yazd Plain is sensitive to wind erosion, and it located in the industrial area and into major wind canals of Central Iran (the trans-regional and cross-border Khuzestan and West winds), this study will use to investigate and identify the quality, quantity and size of dust in the Yazd plane. In this study, the MODIS sensor images are basic data that can be useful to detect aerosols. Radiometrically MODIS sensor with high resolution (12 bits) and every day imaging, carries with two US satellites Terra and Aqua. MODIS sensor (Terra and Aqua) has 36 spectral bands in the wavelength range of 0/405 to 14/835 micrometer with a spatial resolution of 250, 500 meters respectively in the off-nadir for bands 1, 2, 3 to 7 and 8 and 1000 meters for bands 8 to 36. Width over 1330 km MODIS imaging from any point on the earth's surface desirably provides a once every two day.

To determine the size and quality of aerosols, field surveys and calibration of them with hyper devices, electron microscopy and X-ray spectrograph Flororensy, SEM&XRF will be used. The study is also expect providing monitoring algorithm for industrial dust with meteorological data and sampling of aerosols .Dust is a dominant feature of global aerosol system (Prospero, 1981). Dust absorbs solar radiation and scatters it to space. The balance between dust absorption and scattering (Fraser and Kaufman, 1985) determines its ability to counteract greenhouse warming and to affect atmospheric heating rates (Alpert et al., 1998) and cloud formation. Presently dust absorption is highly uncertain (Sokolik and Toon, 1996). According to

Kaufman et al. (2001), Dust absorption expressed by its imaginary index of refraction, is recommended by the World Meteorological Organization (WMO) to be: $n_i=0.008$ [WMO, 1983]. It corresponds to single scattering albedo (ratio of scattering to scattering + absorption) of $\omega_0=0.63$ at $\lambda=0.5 \mu\text{m}$. A smaller imaginary index $n_i = 0.003$ ($\omega_0\sim 0.87$) for heavy dust. A moderate change in the single scattering albedo from 0.95 to 0.85 can change its radiative forcing from negative to positive. For dark surfaces (ocean) dust increases the apparent reflectance of the earth + atmosphere system by back-scattering solar radiation to space for both values of ω_0 . For bright surfaces (reflectance ≥ 0.25) the effect of ω_0 is stronger and surface brightness determines whether dust increases (high ω_0), or decreases (low ω_0) the apparent reflectance. Modis HDF packages were opened with ENVI version 5 and corrected their projection system to UTM, 1984, northern hemisphere zone 40. The sampling points for quality and quantity determination of the dusts have shown in the figure (left) on Modis image. The major difference between steel factory dust and the sand exploration mines in Yazd area is the relation of SiO_2 to Fe compounds that in sand mines this relation was increased. Iron compounds and Silica have different spectral properties (Figure, right). For determination of sun radiation in green and red spectrums was used sun radiometer with green and red filters (Figure, center) for calculation of Atmospheric Optical Depth (AOD).



Fig. The sampling points on MODIS image (500 m resolution), (left), sun radiometer and data logger of Fisher company, Germany (Center), Silica and Iron compounds spectrums (Right).

References

1. *Alpert, P., Y.J. Kaufman, Y. Shay-El, D. Tame, A. da Silva, S. Schubert, Y.H. Joseph*, Quantification of Dust-Forced heating of the Lower Troposphere., *Nature*, 395, 1998, pp. 367–370.
2. *Fraser, R.S. and Y.J. Kaufman*. The Relative Importance of Aerosol Scattering and sorption in Remote Sensing, *IEEEJ. Geosc. Rem. Sens.*, GE23, 1985, pp. 525–633.

3. Kaufman, Y. J.O. Dubovik, A. Karnieli and L.A. Remer. Absorption of sunlight by dust as inferred from satellite and ground-based remote sensing. *Geophysical Research Letters*, Vol. 28, No. 8, 2001. pp. 1479–1482.
4. Prospero, J.M. Eolian transport to the world ocean. *The sea*, Vol. VII, *The Oceanic Lithosphere*, Ed.C. Emiliani, Wiley, New-York, 1981, pp. 801–874.
5. Sokolik, I.N. and O.B. Toon. Direct radiative forcing byanthropogenic airborne mineral aerosol, *Nature*, 381, 1996, pp. 681–683.
6. WMO: *Radiation commission* of IAMAP meeting of experts on aerosol and their climatic effects, WCP55, Williamsburg VA, 1983, pp. 28–30.

УДК 631.10

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА МОСКВЫ

Г.В. Абросимова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
gskopenkova@mail.ru

Городские почвы, в отличие от почв фоновых территорий, функционируют в новых условиях водного и температурного режима, при-сущего урбанизированным экосистемам, а также при повышенном поступлении пыли, состав которой определяется потоками автотранспорта, топливного и промышленного производства, развитого в городе.

Оценка масштабов поступления, накопления и выноса микро- и макроэлементов из почв города и влияние этих процессов на химический состав и состояние модельных фитоценозов была определена в условиях лизиметров почвенного стационара МГУ. Лизиметры состоят из 20 отдельных бункеров площадью по 9 м² и глубиной около 2 м в которые в 1965 г. был засыпан бескарбонатный покровный суглинок, который был взят из карьера в Подольском р-не Московской области. По 4 лизиметра занимают ель, смешанный лес, широколиственный лес, луговая растительность; по 2 – залежь и чистый пар.

Анализ элементного состава почв модельных экосистем показал накопление микроэлементов и ТМ в поверхностном слое почв. Значительная часть микроэлементов и ТМ, поступающих на поверхность почв с техногенными потоками, задерживается в верхних горизонтах, так как химические свойства этих элементов обуславливают прочное закрепление их в почве, особенно в условиях нейтральной и слабокислой реакции среды. Состав и количество удерживаемых элементов зависят от состава и количества атмосферных выпадений, химических свойств

элементов, а также от содержания и состава гумуса, кислотно-основных условий, сорбционной способности почв, биологического поглощения, а также гранулометрического и минералогического состава.

О направленности процессов почвообразования можно судить по отношению содержания элемента в почве и его содержанию в почве фоновой территории. Это отношение показывает масштабы накопления элементов в почвах $K_c = C/C_{\text{ф}}$. В наших исследованиях фоновым является исходный суглинок. Коэффициент концентрации (K_c) элементов в почвах лизиметров относительно исходного суглинка наглядно показывают тренды их накопления в почвах под различными фитоценозами. Наблюдается значительное загрязнение поверхностного слоя почв Zn. Максимальные значения K_c характерны для почв под древесными насаждениями, где содержание Zn в 18–20 раз выше, чем в исходном суглинке. Для почв под травянистой растительностью содержание Zn увеличилось в 14–16 раз, а для почв без растений – в 5 раз. Содержание Pb и Cu увеличилось меньше – в 2.2 раза для почв без растений, в 6–12 раз под остальными фитоценозами.

О составе атмосферных выпадений судили по данным анализа снега. Вынос элементов учитывали по составу и объему лизиметрических вод, прошедших через двухметровую толщу почв. Большая часть микроэлементов и ТМ, поступает на поверхность почв в форме труднорастворимых соединений и задерживается в верхних горизонтах. В составе твердой части осадков содержание ТМ значительно превышает их содержание в почвах, что приводит к обогащению почв этими элементами.

Для получения более полной информации о масштабах накопления микроэлементов и ТМ в почвах лизиметров были рассчитаны K_c элементов в пыли относительно исходного суглинка. Содержание элементов в пыли атмосферных выпадений превышает их содержание в исходном суглинке в 100–300 раз для Zn, в 15–65 раз для Pb, 5–41 для Ni, 10–40 раз для Sr в разные периоды времени. Таким образом, состав пыли определяет тренды накопления элементов в почвах.

Экспериментальное изучение миграционных форм металлов показало, что их содержание в лизиметрических водах невелико и не превышает содержания в лизиметрических водах природных ландшафтов.

Содержание ТМ в растениях достигло верхней границы фонового содержания, а для Ni и Zn даже превысило ее. Однако защитные способности растений еще ограничивают поступление избыточного потока ТМ в растение.

Работа рекомендована д.б.н., ведущим научным сотрудником И.О. Плехановой.

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССОВ ЗАМЕРЗАНИЯ И ОТТАИВАНИЯ
НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ
Л.И. Аракелова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
arakeloval29@gmail.com

Как известно процессы промерзания и оттаивания влияют на структурное состояние почв, вызывая с одной стороны диспергацию почвенных агрегатов, с другой стороны коагуляцию почвенных частиц. Целью данной работы стало экспериментальное определение влияния циклов промерзания и оттаивания на реологические свойства почвы.

Объектами нашего исследования были: дерново-подзолистая тяжелоуглинистая почва на покровном суглинке Московской области Пушкинского района. Образцы горизонтов разреза: на полевом участке: PY1, PY2, BEL, BT1, BT2.

Определение реологических параметров почвы проводили методом амплитудной развертки на модульном компактном реометре MCR-302 (Anton Paar, Австрия). Метод амплитудной развертки (AST) является колебательным тестом, в котором зажатый между двумя параллельными плоскостями-плато образец подвергается механическому воздействию осцилляционных движений с увеличением амплитуды верхней плоскости при постоянной температуре и частоте. Реологические параметры образцов определялись для насыпных образцов (сито 1 мм) в состоянии суточного капиллярного увлажнения 3 г почвы.

Определены следующие показатели: модули упругости (G') и вязкости (G''), LVE-range – диапазон вязкоупругого поведения или область устойчивости структуры при приложении нагрузки, точка пересечения модулей упругости и вязкости (Crossover), как точка разрушения структуры образца. Реологические характеристики были определены для образцов в исходном состоянии и после 5 –кратных циклов промерзания и оттаивания.

Определение содержания общего углерода проводилось на экспресс-анализаторе АН-7529 методом сухого сжигания в потоке кислорода. Гранулометрический состав определен методом лазерной дифракции на приборе Analysette-22. Почва относится к тяжелому суглинку крупнопылеватому, содержание углерода в верхнем горизонте – 1.5 %.

В ходе исследования были получены следующие результаты. Модуль упругости в диапазоне вязкоупругого поведения после процес-

сов промерзания и оттаивания увеличился во всех горизонтах от в 1.44 раза в гор. BEL до в 2.33 раза в гор. BT2. По-видимому, мелкодисперсное состояние частиц гор. BT2 (содержание частиц физической глины составило 48 %) после промерзания-оттаивания привело к возникновению множественных межчастичных контактов, чем в гор. BEL (содержание физической глины 40 %). Величина деформации, при которой происходит пересечение модулей упругости и вязкости, показывающая точку разрушения структуры, после процессов промерзания-оттаивания оказалась меньше, чем в почве исходного состояния приблизительно на 1/3 ч. Очевидно, упрочнение межчастичных связей привело к более хрупкому поведению почвы под нагрузкой.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Д.Д. Хайдаповой.

УДК 631.459.01

ИЗУЧЕНИЕ ЭРОДИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ ДОЛИНЫ РЕКИ СОЛЯНКИ КУДИНСКОЙ ДИПРЕССИИ

А.К. Балабушкина¹, Ю.В. Бережных²

Иркутский Государственный Университет
nastz45@mail.ru¹, juliapixell@gmail.com²

Эрозионные процессы – одна из главных проблем потери плодородия, ухудшение урожайности и нарушения экологического баланса. Проблема эрозии почв актуальна, поскольку площадь эродированных земель увеличивается, тем самым сокращается площадь земель вовлеченных в сельское хозяйство.

Объектом исследования данной работы является почвенный покров долины р. Солянка Кудинской депрессии, расположенной в южной части Эхирит-Булагатского района, Иркутской области. Наибольший процент в почвенном покрове территории занимают серые лесные почвы на юрских отложениях. Дерново-карбонатные на нижнем кембрии, черноземы, сформированные на равнинах, древних террасах занимают меньшую площадь. Территория имеет благоприятные климатические условия для проведения интенсивного сельскохозяйственного производства.

В бассейне р. Куды в настоящий момент происходят негативные процессы, которые связаны с изменением соотношения между лесом и сельскохозяйственных угодий в степных районах, т.к. здесь осуществляется интенсивная вырубка леса в таежной части. Беспрепятственное проникновение ветра и влаги влечет за собой развитие водной и ветровой эрозии. В последние годы отмечается уменьшение стока малых рек и загрязнение поверхностных вод.

Значительная часть почв подвержена водной и ветровой эрозии. Весной и в начале лета наблюдаются сильные ветра, почвы иссушаются, проявляется ветровая эрозия.

Степные и лесные биогеоценозы вместе с распахкой больших площадей заменяются на пашни. Это приводит к усилению и увеличению количества черных бурь. В настоящее время бассейн р. Куда относится к эрозионно-опасным районам.

Для дальнейших наблюдений за изменением качественного и количественного состояния земель сельскохозяйственного назначения нами была сделана электронная карта эродированных земель на основе фондовых материалов и современных спутниковых карт Google Earth (рис.).

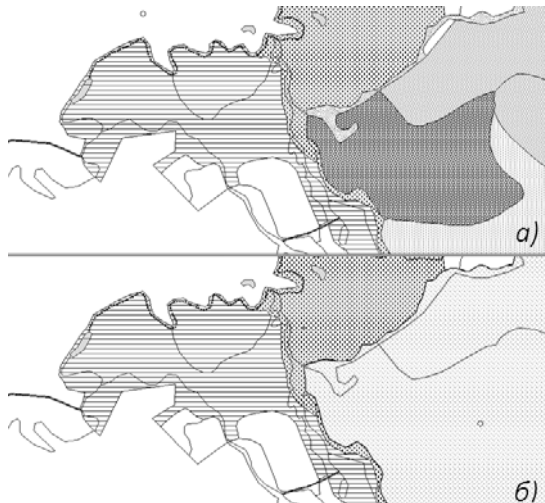


Рисунок. а) фрагмент электронной карты почвенного покрова долины р. Солянка; б) фрагмент электронной карты эродированных земель долины р. Солянка.

Для сохранения плодородия необходимо внедрение научно-обоснованных агротехнических приемов возделывания сельскохозяйственных культур и обработки почв. Защита почв от эрозии осуществляется совокупностью своевременно проведенных мероприятий по предотвращению процессов эрозии и восстановлению плодородия эродированных земель, путем комплекса организационно-хозяйственных и агротехнических работ.

Работа рекомендована к.б.н., доц. О.Г. Лопатовской

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВОГРУНТОВ
ПОЛИГОНА ТБО «САЛАРЬЕВО» ПО СТРУКТУРЕ
МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА

В.В. Бекк

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, tg_koo@mail.ru

Одной из актуальных проблем экологической безопасности нашей страны является накопление твердых бытовых отходов. Одним из самых распространенных способов утилизации отходов служит депонирование их на полигонах ТБО [1]. В 2014 г. в России было образовано примерно 56.7 млн. тонн ТБО, из которых 50.8 млн. тонн передано для захоронения на полигоны [2]. Полигоны являются сложными полифакторными геотехническими системами, которые интенсивно взаимодействуют с окружающей средой, что обуславливает затруднения в изучении их воздействия на компоненты окружающей среды. Однако данная информация представляет большой интерес, поэтому в качестве объекта исследования был выбран полигон ТБО «Саларьево».

Полигон «Саларьево» расположен рядом с деревней Саларьево в поселении Московский Новомосковского округа Москвы. Высота насыпи составляет 70–80 м., при общей площади 59 га.

Показатели экологического состояния почвы являются наиболее объективными и стабильными индикаторами техногенного загрязнения территории. Огромную роль при этом играют почвенные микроорганизмы [3]. Характерной ответной реакцией на внешние условия является трансформация различных структур и особенности стадий жизненного цикла микроорганизмов.

Таким образом, для оценки экологического состояния верхнего 10-ти см. слоя почвогрунтов проводился анализ колоний микроорганизмов по общепринятым методикам [4] методом предельных разведений на питательных средах МПА, МПА+СА, КАА.

В результате проведенных ранее исследований [5], было установлено, что почвогрунты полигона «Саларьево» имеют неблагоприятные экологические условия, что подтверждается и в данной работе. Так, численность аммонифицирующих микроорганизмов (МПА), по элементам полигона в сравнении с контролем колеблется от 26.2 % на вершине до 89.9 % у подножия, что может быть связано с различными почвенно-гидрологическими условиями участков. Максимальное же количество МО отмечено в варианте контрольной дерново-подзолистой почвы. Количество спорообразующих МО (МПА), увеличивается от подножия

полигона к его вершине примерно в 1.5 раза. Количество актиномицетов (КАА) на вершине больше чем у подножия на 44 % и т.д.

Результаты проведения микробиологических анализов подтверждают ранее проведенные исследования. Прослеживается тенденция к ухудшению экологических свойств почвогрунтов при движении от вершины к подножию полигона.

Литература

1. *Попутникова Т.О.* Экологическая оценка почв и отдельных компонентов окружающей среды в зоне размещения полигона твердых бытовых отходов: Дисс...ия канд. Биол. Наук: 03.00.16 и 03.00.27; [Место защиты Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова] – М. – 2010 г. – 137 с.

2. *Государственный доклад* о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2014 году. – 473 с.

3. *Добровольский Г.В., Никитин Е.Д.* Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы: функционально-экологический подход. М.: Наука, МАИК «Наука / Интерпериодика», 2000. 185 с.

4. *Методы почвенной микробиологии и биохимии*: Учеб. пособие/Под ред. Д.Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991.–304 с: ил.

5. *Бекк В.В., Мосина Л.В., Жандарова Ю.А.* Биологическая активность почвогрунтов полигонов ТБО как показатель их экологического состояния (на примере полигона «Саларьево») // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. Изд. «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education. – 2015 г. – № 9–10. – Вена. – с.7–8.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Л.В. Мосиной.

УДК 631.4:528.92.94

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ MAPINFO PROFESSIONAL В СОЗДАНИИ ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И ЭРОДИРОВАННОСТИ ПОЧВ ЮЖНОГО ПРИАНГАРЬЯ

Ю.В. Бережных

Иркутский государственный университет, juliapixell@gmail.com

Современное геоинформационное картографирование почв опирается на сведения, содержащиеся в космических снимках высокого разрешения, данных дистанционного зондирования и возможность точной географической привязки к местности. Необходимость распространения технологий получения и обработки информации является одним из важных направлений землеустройства. Актуальностью создания электрон-

ных карт заключается в возможности проведения оперативной работы над ними, в том числе: оценка и учет экологического состояния, разработка картограмм и картосхем. Наличие электронных карт с базами данных позволяет проводить последующее изучение территории методом наложения информационных слоев на единую картографическую основу с использованием современных геоинформационных продуктов.

Объектом исследования послужили почвы распространенные на территории почвенный покров Южного Приангарья. Составление геоинформационной карты почвенного покрова производилось, по данным технических отчетов почвенного исследования, начиная с 1977 и до 1992-х годов. В результате анализа имеющихся материалов было установлено, что почвенный покров представлен основными типами: дерновыми подзолистыми, серыми лесными, дерново-карбонатными, частично черноземами, луговыми и их комплексами.

Применение ГИС-картографирования в создании почвенных карт является наиболее целесообразным и репрезентативным. Этот метод изучения почвенного покрова позволяет не только переводить растровое изображение в электронное, а так же дополнять его данными аналитических исследований в виде базы данных. База данных включает в себя информацию о физико-химических свойствах почвы, условиях залегания в рельефе, степени эродированности (рис.). Она организована так, чтобы доступ к ней был удобен и легкодоступен.

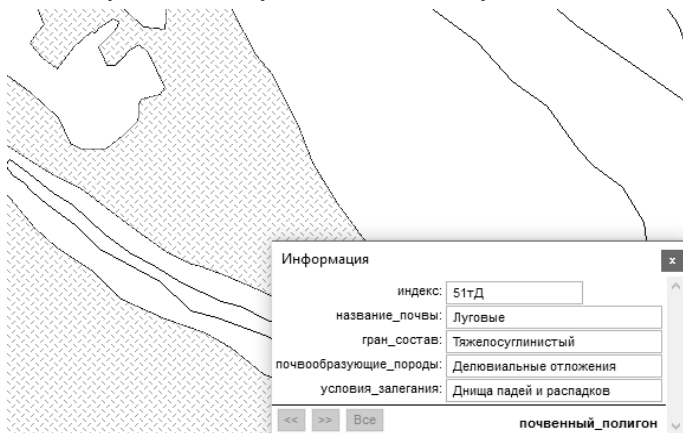


Рисунок. Фрагмент базы данных почвенного покрова Южного Приангарья

Одной из задач нашего исследования было создание электронной карты эродированности почв для территории Южного Приангарья. Раз-

вите и распространение эрозионных процессов в этом регионе является причиной и необходимостью проведения мониторинговых исследований. Электронная карта эродированности дает возможность расчета динамики развития эрозионных процессов и позволяет прогнозировать другие негативные процессы.

Работа рекомендована к.б.н., доц. О.Г. Лопатовской.

УДК 631.471

ОЦЕНКА ОПУСТЫНИВАНИЯ ПОЧВ В ЗАВЕТИНСКОМ РАЙОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

П.В. Буздакова, Ю.А. Литвинов

Южный федеральный университет, Академия биологии и
биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону,
polinabuzdakova@gmail.com

Лесополосы являются лесными насаждениями, выполняющими важную природоохранную роль, так как оказывают комплексное влияние на состояние почвенного покрова, а именно: предотвращают ветровую и водную эрозии, улучшают гидрологический режим территории и микроклимат почвы, регулируют мощность и равномерность снежного покрова, способствуют повышению плодородия почвы.

С помощью векторизации и метода дешифрирования космоснимков хозяйств Заветинского района Ростовской области было проведено сравнение площадей, занятых лесными защитными насаждениями в настоящее время, с данными из архива. Было установлено изменение данного показателя в сторону уменьшения. Условиями, влияющими на снижение площадей лесополос, является возраст деревьев и засушливый климат. Дополнительным негативным фактором является процесс осолонцевания.

Общая площадь лесополос совхоза «Родина» на 2015 год, определенная путем дешифрирования космоснимка, составила 571 га. Площадь полезачитных лесополос и насаждений по оврагам и балкам, как следует из очерка ЮЖНИИГИПРОЗЕМа, составленного в 1979 году, была равна 626 га. Разница между площадью, зафиксированной в 1979 году, и площадью векторизованных данных космоснимка 2015 года оказалась равной 55 га, следовательно, сокращение территории, занятой лесными насаждениями, за 36 лет составило 9 %, что говорит о сравнительно небольшом изменении этого показателя в данном хозяйстве. Скорость уменьшения площади лесополос составила 1.528 га в год.

Среди предполагаемых причин, прежде всего, следует указать на критический возраст деревьев. Также может влиять засушливый климат, присущий данному району, величина гидротермического коэффициента здесь 0.31–0.32, что по Селянинову (1937) соответствует условиям полупустыни.

В хозяйстве Заветинского района «Руно» наблюдается иная ситуация. По данным ЮЖНИИГИПРОЗЕМа в 1990 году площадь лесных насаждений составляла 410 га. Данные дистанционного зондирования Земли за 2013 год, показали, что за минувшие 23 года площадь под лесными полосами сократилась на 303 га или в 3.8 раза. Такое значительное выпадение деревьев обусловлено высоким процентом солонцовых земель в хозяйстве, что способствует снижению критического возраста деревьев.

Таким образом, общими факторами для хозяйств «Родина» и «Руно», обусловившими уменьшение площадей, занятых лесными насаждениями, были предельный возраст деревьев и засушливый климат. Но процессы осолонцевания и потери гумуса были сильнее выражены в хозяйстве «Руно», что и повлияло на большую степень выраженности процессов опустынивания в этом хозяйстве.

Литература

Селянинов Г.Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата // Мировой агроклиматический справочник. Л. – М., 1937. – 196 с.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-04-00592.

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.С. Безугловой.

УДК 631.4

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ В ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ЛИСТВЕННИЧНЫХ ЛЕСАХ ГОР ЮГА СИБИРИ

Т.О. Валевич

Национальный исследовательский Томский государственный
университет, tvalevitch@gmail.com

Почвозащитная роль лесов, которую отмечали и исследовали многие учёные, заключается в свойстве леса скреплять корнями рыхлый почвообразующий слой, образовывать подстилку, формировать ярусность насаждения, ослабляя поверхностный сток, способствуя переводу его во внутренний, тем самым увеличивая противоэрозионную устойчивость почв и ослабляя весенние паводковые потоки.

Влияние вырубок на изменение лесорастительных свойств почв, является наиболее актуальным вопрос современного почвоведения в связи с широкой освоенностью горно-лесных территорий. Лесные вырубки на данном этапе увеличивают антропогенную нагрузку и в совокупности с имеющейся нарушенностью территории и характерными для юга Сибири климатическими и лесорастительными засушливыми условиями предопределяют высокую степень горимости, в следствии чего происходят изменения лесорастительных свойств почв.

Сплошные рубки приводят к изменению водно-воздушных свойств почв, макро- и микроструктуры, водопроницаемости т.д. Изменения свойств почв на вырубках затрагивают преимущественно верхние горизонты, на восстановление исходных свойств которых потребуются более 100 лет. Наиболее интенсивно почвообразовательные процессы изменяются в первые несколько лет после вырубки.

Объектами исследования выступили горные черноземовидные среднесуглинистые почвы восточного макросклона Кузнецкого Алатау, развитые под лиственничными лесами в месте проведения сплошных рубок и на естественных местообитаниях лиственницы.

Лесная вырубка, а, следовательно, смена растений эдификаторов, увеличение инсоляции и температурного режима почв, оказали влияние на содержание органического вещества почв. Содержание гумуса фоновых почв колеблется в пределе 10–11 %, однако в почвах под сплошными рубками его значение возросло до 13–18 % за счёт увеличения скорости и интенсивности процесса гумификации.

Горные черноземовидные типичные карбонатосодержащие почвы характеризуются среднесуглинистым и тяжелосуглинистым гранулометрическим составом почвенного профиля. Преобладающей фракцией является мелкий песок. Наличие крупной пыли в нижних горизонтах свидетельствует о лессовидности почвообразующих пород. Содержание илстых частиц обусловлено высоким содержанием гумуса.

Нарушения, вызванные лесозаготовкой, способствуют увеличению вариабельности показателя кислотности почв на вырубках. Для начальных стадий характерно некоторое подщелачивании, однако, при появлении хотя бы одновозрастного древесного яруса показатель pH уменьшается.

Фоновые горные черноземовидные почвы характеризуются содержанием обменных оснований в среднем 34 мг·экв/100 г почвы, однако на изученных участках вырубок эти значений достигли 71 мг·экв/100 г почвы. Такое значительное повышение суммы обменных

оснований связано с усиливающимися процессами разложения органического вещества и развитием травянистого покрова.

Выявленные изменения экологических свойств почв: увеличение содержание гумуса, емкости катионного поглощения, снижение кислотности почвенного раствора, приводят к остепнению, вследствие чего может произойти сдвиг границ зон и высотных поясов.

Работа рекомендована к.б.н., доц. О.Э. Мерзляковым.

УДК 631.458

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АГРОГЕННЫХ ПОЧВ ПОДЗОНЫ ЮЖНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

К.Р. Вепрынцева

Алтайский государственный аграрный университет,
ks.ad8astra@gmail.com

За период интенсивного сельскохозяйственного использования почвы засушливой степи Алтайского края претерпели значительные изменения (Морковкин Г.Г. и др., 2013, 2014). Алтайскими исследователями отмечается значительное изменение морфологических свойств почв и их плодородия. Эти изменения не позволяют идентифицировать эти почвы как черноземные, поскольку изменилась система генетических горизонтов и большинство физико-химических свойств почв, характерных для черноземов. Для идентификации агрогенных почв в соответствие с классификацией почв РФ (2004), в 2016 г. было заложено, описано и проанализировано четыре полнопрофильных почвенных разреза на территории ЗАО «Сибирь» Егорьевского района Алтайского края. Территория данного хозяйства относится к зоне черноземов, подзоне южных черноземов, району черноземов южных малогумусных среднесиловых. Основная продукция растениеводства в этой зоне – твердые сорта пшеницы, кукуруза, подсолнечник и другие зерновые культуры. Климат данной территории характеризуется высокой суммой активных температур (2000–2400°C), небольшим количеством осадков (300–325 мм). Рельеф представляет собой увалистую равнину. Почвообразующие породы – лессовидные легкие и средние суглинки. Грунтовые воды залегают глубоко (глубже 10 м), часто минерализованные. Исследуемый участок старопахотный, но в настоящее время не используемых в сельскохозяйственном производстве.

Для оценки современного состояния в профиле почв и полученных образцах определяли основные морфологические и физико-химические свойства по общепринятым методикам (Аринушкина Е.В.,

1970). На основе морфологического описания горизонтов исследуемых почв была сделана попытка идентификации различных типов агрогенных почв в соответствии с классификацией почв Российской Федерации 2004 г. В соответствии с субстантивными признаками почв (форма нахождения карбонатов диффузная и пропиточная) и строением почвенного профиля были идентифицированы три типа преобладающих агрогенных почв: агрообразем текстурно-карбонатный АО – PU – CAT – Cca, агрозем текстурно-карбонатный АО – PU – AUCAT – CAT – Cca, агрочернозем текстурно-карбонатный АО – PU – AU – CAT – Cca.

Современное состояние этих почв характеризуется низким содержанием гумуса и валовых форм азота и фосфора. В агрообраземах содержание гумуса – 1.0–1.4 %, азота – 0.3 %, фосфора – 0.08 %; в агроземках содержание гумуса – 1.6 %, фосфора – 0.11 %; в агрочерноземах 1.9 %, 0.21 % и 0.15 % соответственно. Мощность гумусового горизонта не превышает 45 см у агрочерноземов, 38 см у агроземов и 30 см у агрообраземов. Действительно возможная урожайность (ДВУ) для данных почв, рассчитанная по информационно-логическим моделям Бурлаковой Л.М. (1984), с учетом основных показателей плодородия, не превышает 6–8 ц/га, в то время как ДВУ почв на момент их сельскохозяйственного освоения составляла 9–11 ц/га.

Полученные результаты свидетельствуют о значительном изменении свойств почв и их плодородия по сравнению с периодом освоения целинных и залежных земель («Почвы Алтайского края» 1959 г.).

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. Е.Г. Пивоваровой.

МОРФОЛОГИЯ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭКРАНОЗЕМОВ ВОСТОЧНОЙ МОСКВЫ

А.Г. Гаджикеримова, А.В. Рыжов, Е.В. Шестова

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
angelagadjikerimova@mail.ru

Вопросам изучения геохимии почвенного покрова Восточной Москвы посвящено множество работ, однако основное внимание уделялось почвам на открытых участках, в то время как экраноземы – запечатанные почвы – практически не исследованы, несмотря на то, что они занимают до 50–75 % площади некоторых урбанизированных территорий.

Целью данного исследования являлось изучение свойств городских почв, расположенных под асфальтово-бетонными покрытиями и их сравнение с незапечатанными аналогами. Полевые и лабораторные ис-

следования проводились в сентябре 2016 г. на территории Восточного административного округа (ВАО) г. Москвы площадью около 20 км². В результате было отобрано более 60 образцов почв в пределах рекреационной, селитебной, транспортной и промышленной функциональных зон. В лабораторных условиях было определено содержание органического вещества (по методу Тюрина), актуальная кислотность почв (рНводн.), минерализация почвенного раствора (TDS). Содержание органических загрязнителей – нефтепродуктов и ПАУ – определялось люминесцентно-битумологическим методом и низкотемпературной спектрофлуориметрии в Лаборатории углеродистых веществ биосферы географического факультета МГУ.

В большинстве изучаемых почв обнаружено большое количество обломков асфальта, бытового мусора и других антропогенных включений. Структура экраноземов зачастую не выражена, наблюдается уплотнение относительно незапечатанных аналогов. Происходило бурное вскипание при взаимодействии с 10 %-ной соляной кислотой (HCl), что свидетельствует о присутствии карбонатов кальция, унаследованных от асфальтобетонного экрана. Исследованные почвы имеют нейтральную и слабощелочную реакцию среды (рН от 6.5 до 9.4 при среднем 8.0) и пониженное содержание гумуса (в среднем 3.9 %) по сравнению с незапечатанными аналогами. Однако в целом закрытые экраном почвы по физико-химическим свойствам не имеют значительных отличий от открытых почв урбанизированных территорий.

Лабораторные исследования нефтепродуктов и бенз(а)пирена (БП) в отобранных пробах показали превышение содержания в почвах бенз(а)пирена над ПДК (0.02 мг/кг) в 38 пробах из 63-х, при этом превышения достигали значений 1275 ПДК, а нефтепродуктов над допустимым уровнем загрязнения (<1000 мг/кг почвы) обнаружены в 20 пробах.

Повышенное количество углеводородов зафиксировано во всех функциональных зонах территории. Наименьшее количество БП в селитебной зоне – в среднем 0.104 мг/кг, максимальное – в промышленной – 6.891 мг/кг, в транспортной и рекреационной зонах 0.221 мг/кг и 0.238 мг/кг соответственно. По среднему содержанию нефтепродуктов в экраноземах функциональные зоны образуют ряд: селитебная (984 мг/кг) > промышленная (4016 мг/кг) > рекреационная (6155 мг/кг) > транспортная (9900 мг/кг). Аномальные количества ПАУ и нефтепродуктов, обнаруженные в пробах рекреационных зон (озелененных территориях, парках и скверах), можно объяснить положением в рельефе – места отдыха формируются в основном вблизи отрицательных форм рельефа (озер и прудов), куда мигрируют и накапливаются загрязнители.

Радиальное распределение БП характеризуется наибольшей концентрацией в приповерхностном слое (15–30 см), непосредственно под экраном и насыпной подушкой, и уменьшением содержания вниз по профилю.

При сравнении с незапечатанными аналогами установлено, что почвы под асфальтовым экраном характеризуются в несколько (3–10) раз более высокими содержаниями нефтепродуктов и БП, чем открытые.

Работа рекомендована д.г.н., в.н.с. географического факультета МГУ Н.Е. Кошелевой.

УДК 631.10

АПРОБАЦИЯ МЕТОДА ЭКСТРАКЦИИ БЕНЗ(А)ПИРЕНА ИЗ ПОЧВ И РАСТЕНИЙ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ

В УСЛОВИЯХ МОДЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

А.В. Гимп, И.Г. Дерябкина (Тюрина), Е.М. Антоненко

Южный федеральный университет, snsushkova@sfedu.ru

Тысячи тонн полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) попадают в атмосферу за счет техногенных источников. Попадая на поверхность почвы в виде загрязняющих веществ, в первую очередь они вовлекаются в процессы распределения в системе почва-растение и миграции по почвенному профилю. Способность отдельных представителей ПАУ к аккумуляции в растениях и миграции в почве зависит главным образом от сорбционных свойств почвенного матрикса, а также от физико-химических свойств молекул ПАУ (прежде всего водорастворимости) и способности к переходу их в почвенный раствор (Павлова, 1980; Краснощекова, 1977). Индикатором загрязнения объектов окружающей среды ПАУ является бенз(а)пирен (БаП), который отличается высокой канцерогенностью и генотоксичностью.

Цель работы – изучить содержание БаП в системе почва-растение в условиях модельного эксперимента.

Исследования проводили в условиях вегетационного опыта, который был заложен в апреле 2011 г.

Для извлечения БаП из почвенных и растительных образцов разработан новый метод субкритической водной экстракции ПАУ из почв, основанный на использовании свойств субкритической воды (Lekar et al., 2014; Sushkova et al., 2014). В качестве растительного образца для отработки метода использовали целые растения ячменя, выращенного в контрольной фоновой почве.

Результаты извлечения БаП из образцов чернозема обыкновенного, а также средней растительной пробы ячменя при обработке субкритической водой показали, что наибольшая степень извлечения БаП из почвы и растительного образца достигается при нагревании в картридже при температуре 250 °С и давлении 100 атм в течение 30 мин.

В дальнейшем экстракцию БаП из почвенных и растительных образцов проводили при оптимальных температуре, давлении и времени. Оказалось, что фоновый уровень загрязнения поверхностного слоя почв в этих пробах, отобранных в заповеднике «Персиановский», достигает 43.7 нг/г, что более, чем в 2 раза превосходит ПДК, а максимальный уровень БаП в растениях ячменя, выращенных на этих почвах – 7.2 нг/г, что также превышает известный фоновый уровень этого загрязнителя в растениях, равный 5 нг/г (Белоусова, 2001).

Таким образом, на апробирован метод извлечения БаП из почв и растений искусственно загрязненного модельного загрязнения с использованием субкритической воды. Показана эффективность разработанного метода для извлечения приоритетных ПАУ из почв и растений (уменьшение времени экстракции, снижение количества применяемых растворителей). Разработанный метод позволяет извлекать из 96 % БаП почвы и 98 % БаП из растений от общего содержания БаП в образце. Это более чем на 20 % превышает результаты, достигаемые традиционными методами.

Литература

1. *Lekar A.V., Borisenko S.N., Vetrova E.V., Sushkova S.N., Borisenko N.I.* Extraction of quercetin from *Polygonum hydropiper* L. by subcritical water // *American Journal of Agricultural and Biological Science*. 2014. Vol. 9. Iss. 1. P. 1–5.

2. *Sushkova S.N., Vasilyeva G.K., Minkina T.M., Mandzhieva S.S., Tjurina I.G., Kolesnikov S.I., Kizilkaya Ridvan, Askin Tayfun.* New method for benzo[a]pyrene analysis in plant material using subcritical water extraction // *Journal of Geochemical Exploration*. 144. (2014) pp. 267–272 <http://dx.doi.org/10.1016/j.gexplo.2014.02.018>

3. *Павлова Н.А., Донина И.Л.* Значение растворимости бенз(а)пирена в воде для перехода его из почвы в растения. Растения и химические канцерогены. – Л.: Наука, 1979. – С. 99–100.

Работа выполнена при поддержке Гранта Президента № МК-6827.2015.4, РФФИ № 15-35-21134, 16-35-00347.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Т.М. Минкиной

ЭКОНОМИКА ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ
НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.А. Головлева

Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова,
Julango@mail.ru

Экономика деградации земель (ЭДЗ) – это новое направление, образованное на стыке двух наук: почвоведения и экономики, симбиоз которых содействует устойчивому управлению почвами и ведет к гармонизации методов и действий против борьбы с деградацией земель. Деградация земель является глобальной проблемой, затрагивающей до одной четверти суши Земли и оказывающей крайне негативное влияние на доходы и продовольственную безопасность около двух миллиардов людей во всех агроэкологических зонах, в том числе в Евразийском регионе. Хотя деградация земель была серьезной проблемой на протяжении всей истории человечества, она достигла нынешних глобальных масштабов, начиная со второй половины 20-го века. На настоящем этапе происходит адаптация методики ЭДЗ к конкретным природно-климатическим и социально-экономическим условиям по всему миру. Целью данной работы являлась адаптация и верификация методики ЭДЗ к условиям Новосибирской области.

Новосибирская область находится на юго-востоке обширной аллювиальной Западно-Сибирской низменности. Климат – континентальный. Средняя температура января от -16°C до -20°C . Средняя температура июля от $+18^{\circ}\text{C}$ до $+20^{\circ}\text{C}$. Годовое количество осадков около 425 мм. На территории области большое количество рек, озер, болот. Почвообразующие породы представлены суглинками, глинами и песками, подстилаемыми третичными озерно-аллювиальными отложениями. Область расположена в степной, лесостепной и таёжной зоне. Растительный покров представлен лесами, болотами и лугами. Преобладающими почвами являются серые лесные, черноземы оподзоленные и выщелоченные, дерново-подзолистые и дерново-глеевые, болотные, солонцы, луговые.

Данная работа опиралась на Методологию исследований в рамках проекта РНФ № 14-38-00023 «Экономика деградации земель в Евразийском регионе» (<http://eld.soil.msu.ru>). Оценка типов почв, видов и степени деградации почв проводилась с использованием научной литературы, почвенной карты Новосибирской области (1:1 000 000), карты современного состояния почв Новосибирской области (1:2 500 000) и

электронных ресурсов. Изменение вегетационного индекса NDVI по данным спектрорадиометра MODIS оценивалось по снимкам MODIS MOD13Q1, обработанных в SAGA 2.2.3. Оценка динамики деградации земель с использованием снижения вегетационного индекса NDVI проводилась по карте изменения вегетационного индекса NDVI (%), полученной в программе SAGA 2.2.3 и карте современного состояния почв Новосибирской области (1:2 500 000), обработанной в программе QGIS 2.0.1.

По итогам работы были сделаны следующие выводы. В Новосибирской области развиты деградационные процессы: водная и ветровая эрозия, заболачивание, засоление, осолонцевание, потеря органического углерода пахотными почвами, техногенное загрязнение почв, обезлесивание. По степени деградации преобладают сильнонарушенные и слабонарушенные почвы. Присутствие низкого вегетационного индекса NDVI на большей территории Новосибирской области, а также снижение вегетационного индекса NDVI за изучаемый период, говорит о деградации почв и, следовательно, о деградации земель. Мы рекомендуем в первую очередь обратить внимание на почвы, находящиеся в хорошем состоянии, но деградирующие в настоящий момент. А также на почвы, находящиеся в плохом состоянии, но в которых заметна тенденция на улучшение. Инвестиции в эти почвы для борьбы с эрозией будут оптимальными по цене и результату.

Работа рекомендована д.б.н., чл.-корр. РАН, проф. каф. Географии почв Факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова П.В. Красильниковым.

УДК 574:631.416

ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КРИОЗЕМОВ НАКЫНСКОГО КИМБЕРЛИТОВОГО ПОЛЯ

А.Г. Гололобова

СВФУ имени М.К. Аммосова, г. Якутск, nuta0687@rambler.ru

Исследования проведены в зоне северо-таежных ландшафтов Западной Якутии на территории Ханья-Накынского междуречья в пределах промышленной площадки Нюрбинского горно-обогатительного комбината (НГОК).

Объектом изучения послужили мерзлотные почвы – криоземы, преимущественно представленные гомогенными глеевыми и гомогенными не оглееными типами. В данной работе рассматриваются гомо-

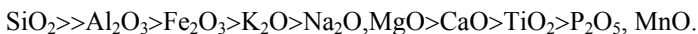
генные надмерзлотно-глееватые, гомогенные глееватые оподзоленные подтипы и гомогенный не оглеенный тип криоземов.

Аналитические исследования почв производились в лаборатории физико-химических методов анализа НИИПЭС СВФУ общепринятыми в почвоведении методами.

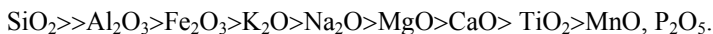
Химический состав криоземов территории Ханья-Накынского междуречья сформировался в процессе почвообразования под влиянием комплекса факторов, ведущую роль в которых играет материнская порода и антропогенная деятельность.

В криоземах промышленной площадки НГОКа сумма оксидов составляет 78 %, при этом достаточно большой объем от общего количества приходится на органическую составляющую. В структуре оксидов характерно преобладание SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 и K_2O . Увеличение их содержания происходит закономерно с глубиной по почвенному профилю.

Криозем гомогенный надмерзлотно-глееватый характеризуется слабой дифференциацией почвенного профиля по содержанию основных оксидов в генетических горизонтах. Наблюдается незначительное увеличение содержания кремнезема и оксидов железа по почвенному профилю до горизонта C_g . Количество оксидов алюминия накапливается до горизонта AB_{cr} , затем уменьшается в горизонте C_g . Тенденция распределения остальных оксидов также равномерно увеличивается вниз по почвенному профилю. По среднему весовому содержанию основные оксиды криозема гомогенного надмерзлотно-глееватого располагаются в следующий ряд в порядке убывания:

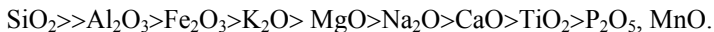


В криоземе гомогенном не оглеенном распределение основных оксидов не дифференцировано по почвенному профилю, что показывает относительно однородный его состав. Совсем небольшое накопление SiO_2 и TiO_2 фиксируется в горизонте B_{cr} , а Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , Na_2O , K_2O и MnO незначительно уменьшаются в горизонте B_{cr} , увеличиваясь в надмерзлотном горизонте C . Равномерное увеличение вниз по профилю отмечено у MgO и P_2O_5 . По среднему весовому содержанию основные оксиды располагаются в следующий убывающий ряд:



В криоземе глееватом оподзоленном прослеживается слабая дифференциация почвенного профиля по содержанию основных оксидов в генетических горизонтах, концентрация которых носит возрастающий с глубиной характер. По содержанию оксидов большая часть

носит равномерно нарастающий характер распределения по всему профилю. Лишь незначительное накопление Fe_2O_3 и P_2O_5 отмечено в горизонте ELB. При этом установлено выщелачивание Na_2O с горизонта ELB и увеличение его содержания в нижнем горизонте $\text{B}_{\text{г ст}}$, что характерно для оподзоленных почв. По среднему весовому содержанию основные оксиды криозема глееватого оподзоленного располагаются в следующий убывающий ряд:



Таким образом, почвенный профиль криоземов Ханья-Накынского междуречья маломощный и сильнощелочистый, распределение оксидов в его минеральной части, практически не дифференцировано или слабо дифференцировано.

Работа рекомендована к.б.н., Я.Б. Легостаевой.

УДК 631.10

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ НА ТЕРРИТОРИИ СРЕДНЕВЕКОВЫХ ПОСЕЛЕНИЙ, РАЗРУШЕННЫХ СОВРЕМЕННОЙ РАСПАШКОЙ (НА ПРИМЕРЕ КУШМАНСКОГО СЕЛИЩА-3 В УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ)

С.В. Зинчук

Пушинский государственный естественно-научный институт,
semenbigbang@mail.ru

Проведено исследование химических и микробиологических свойств почв на территории средневекового поселения, разрушенного современной распашкой. Объектами исследования послужили образцы почв пахотного и подпахотного горизонтов, с сохранившемся культурным слоем поселения Кушманское селище-3 в Ярском районе Удмуртской Республики. Образцы были отобраны в катене длиной 250 метров ориентированной в направлении Запад-Восток и проходящий через поселение и прилегающей к нему территории за пределами археологического памятника.

В образцах проводили определение магнитной восприимчивости, содержания фосфатов и определение величины активной микробной биомассы. Содержание фосфора определяли при экстрагировании 2 н. HCl . Получаемые при такой обработке данные, в целом, довольно близки к валовому содержанию фосфора. Магнитная восприимчивость образцов определялась портативным каппаметром КТ-5 (Чехия). Актив-

ную микробную биомассу определяли методом субстрат-индуцированного дыхания.

Установлено, что наиболее достоверный след археологического памятника в современном почвенном покрове удастся реконструировать при помощи анализа содержания фосфатов в пахотном слое. Так, в данном случае, границы превышения содержания фосфатов практически полностью соответствуют границам памятника. Определение тенденций в изменении содержания фосфатов на территории памятника позволяет установить зоны максимального антропогенного влияния на почву определить границы сохранившегося культурного слоя.

Довольно точно присутствие культурного слоя удастся реконструировать при помощи определения магнитной восприимчивости. Отмечается лишь некоторые увеличения магнитной восприимчивости почв за пределами археологического памятника, где происходило накопление эрозионных наносов, включающих материал культурного слоя.

Значения активной микробной биомассы в пахотном горизонте были довольно близкими как на территории памятника, так и за его пределами. Это связано с нивелирующим эффектом современной распашки. На участках с наибольшей эрозионной активностью отмечено снижение микробной биомассы, что связано с вовлечением в пахотный горизонт материала почвообразующей породы. В отличие от пахотного горизонта, в подпахотном слое в тех местах, где сохранился культурный слой поселения, значения были значительно выше. Это связано с особенностями антропогенного воздействия в средневековье на почву и поступлением в почвы значительных объемов органических материалов. Отмечены отдельные участки с высокими значениями активной микробной биомассы в подпахотном слое за пределами поселения. Это говорит о том, что антропогенная деятельность в средневековье имела место далеко за пределами границ археологического памятника.

Таким образом, распашка поселения и включение культурного слоя в пахотный горизонт вызвала значительные изменения микробиологических и геохимических свойств пахотного слоя. Использование методов почвоведения позволяет выявлять границы археологического памятника.

Работа рекомендована к.б.н., доц. А.В. Борисовым.

ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЕРХНИХ
ГОРИЗОНТОВ ПОЧВЫ ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ ДЛИТЕЛЬНО-
ПОСТЕПЕННЫХ РУБОК В СМЕШАННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ

А.С. Ильинцев

Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова,
Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства,
г. Архангельск, a.ilintsev@narfu.ru

Различные виды рубок при заготовке древесины, осуществляемые на современном техническом уровне, оказывают существенное воздействие на лесные экосистемы. Основная доля нагрузки приходится на почву и напочвенный покров. Лесозаготовительная техника значительно влияет на физико-химические свойства почвы, такие участки как технологические коридоры (волока), погрузочные площадки подвергаются многократному воздействию, в меньшей степени – межволочное пространство (пасека).

Цель работы заключалась в изучении физических и химических свойств верхних горизонтов почвы на различных технологических участках после длительно-постепенных рубок, проведенных в смешанных насаждениях в зимний период. Объекты исследования расположены в Емцовском учебно-опытного лесхозе САФУ Обозерского лесничества Архангельской области (северотаежный лесной район), и представлены послепожарными разновозрастными смешанными сосново-елово-березовыми древостоями с примесью лиственницы, зеленомошной группы типов леса. Почва мелкоподзолистая легкосуглинистая иллювиально-железистая. Рубки были выполнены в 1993 г. и 1995 г. по среднепасечной технологии с использованием трактора ТДТ-55 и бензомоторных пил. Интенсивность рубок составляла 40 и 50 % по запасу соответственно.

В полевой период 2016 года было собрано по 20 образцов подстилочно-торфяного и элювиального горизонтов в нетронутым рубкой насаждение (контроль), на пасаках и волоках лесосек длительно-постепенной рубки. Всего было отобрано 200 шт. образцов. Были определены физические (мощность, плотность сложения) и химические свойства (подвижные формы фосфора и калия, сумма поглощенных оснований, органическое вещество почвы, обменная кислотность (pH), гидрологическая кислотность, общий азот) в соответствии с общепринятыми методами.

Спустя 25 лет после рубок различия в физических и химических свойствах в сравнении с нерубленным лесным сообществом сохраняются. Несмотря на снеговой покров и оставление порубочных остатков во время рубки, на волоках снижена мощность подстильно-торфяного горизонта и увеличена его плотность сложения. В пасаках мощность подстильно-торфяного горизонта после повреждения при выборке деревьев восстанавливается до типичной для естественных насаждений, тогда как повышенный показатель плотности сложения сохраняется. В элювиальном горизонте через 25 лет после проведения рубок усиливается миграция подвижных форм фосфора при сохранении содержания подвижного калия и реакции среды. Однако увеличение концентрации ионов водорода отражается в повышении гидролитической кислотности. В то же время в элювиальном горизонте на волоках и пасаках происходит значительное увеличение содержания органического вещества и общего азота, что связано с изменением освещенности, составом живого напочвенного покрова и энергичным разложением органогенного горизонта и древесных остатков. Изменение условий почвообразования, связанных с освещением и изменением растительности в свою очередь ведет к повышению отношения C/N, к увеличению суммы поглощенных оснований и степени насыщенности почвы основаниями в элювиальном горизонте, что особенно заметно проявляется на волоках.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (№ 16-34-50130).

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. кафедры лесоводства и почвоведения С(А)ФУ Е.Н. Наквасиной.

УДК 631.95/ 579.6

ТОКСИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ПРОДУКТОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ МИКРООРГАНИЗМОВ-НЕФТЕДЕСТРУКТОРОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ПШЕНИЦЫ ПРИ ВОЗРАСТАЮЩИХ ДОЗАХ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ

Ю.С. Казадаева

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
yuliya-kazadaeva@yandex.ru

Решение проблемы антропогенного загрязнения окружающей среды нефтью относится к первоочередным экологическим задачам. Загрязнение почв углеводородами, приводит к нарушению естественно-го биоценоза, ухудшению агрохимических и агрофизических свойств почвенного покрова, урожайности сельскохозяйственных культур, что влечёт за собой изъятие плодородных земель из оборота. Наибольший

ущерб это приносит в районах, где широко развита сельскохозяйственная деятельность. Без проведения эффективных мероприятий по ликвидации последствий попадания нефти и нефтепродуктов в окружающую среду, количество загрязнённых территорий будет неуклонно расти.

Такие распространённые методы, как механический сбор, отжим и выжигание нефти, вывоз и захоронение загрязнённой почвы, не только являются неэффективными, но и могут нанести дополнительный вред окружающей среде. Важными задачами являются разработка и усовершенствование высокоэффективных и безопасных способов очистки загрязнённых территорий. Одной из таких технологий удаления нефтяных загрязнений, во многих странах подтвердивших перспективу применения, является использование активных штаммов природных почвенных микроорганизмов-деструкторов.

В процессе микробиологическом разложении нефти и нефтепродуктов, на более простые фракции, повышается вероятность проявления синергизма, влияющего на рост и развитие растений. Так, для оценки токсического действия продуктов жизнедеятельности микроорганизмов-деструкторов был заложен вегетационный опыт на примере яровой пшеницы, схема опыта представлена семью вариантами в трёхкратной повторности. Концентрация нефти и микроорганизмов на 1 кг почвы составил по 10 мл (1 % к массе почвы).

Схема опыта:

1. Фон ($P_{0.1}K_{0.1}$)
2. Фон + $N_{0.1}$
3. Фон + $N_{0.2}$
4. Фон + $N_{0.3}$
5. Фон + $N_{0.1}$ + нефть + м/о 1 % (1:1)
6. Фон + $N_{0.2}$ + нефть + м/о 1 % (1:1)
7. Фон + $N_{0.3}$ + нефть + м/о 1 % (1:1)

Уборка растительного материала проводилась в два этапа – на 50 и 86 день вегетации. В ходе роста и развития яровой пшеницы были отмечены:

1. Отсутствие токсического влияния заданной концентрации нефти (1 %) на дружное прорастание семян на начальных этапах развития.
2. Ослабление защитных функций растений и высокая поражаемость болезнями и вредителями, в частности мучнистой росой и злаковой тлёй.

3. На 50 день вегетации – прямо пропорциональная зависимость дозы внесенных азотных удобрений на показатели: высота растений, зелёная и сухая масса растений, за исключением варианта 6 (Фон + $N_{0.2}$

+ нефть + м/о). Разница в фенологических показателях вариантов с микроорганизмами и без их использования не превышает 27 %.

4. На 86 день вегетации – снижение накопления вегетативной массы в вариантах с применением токсикантов.

В ходе исследования, было выявлено, что продукты жизнедеятельности микроорганизмов-деструкторов вызвали ослабление защитных функций растений и оказали токсическое действие на развитие пшеницы при возрастающих дозах азотного питания.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. М.В. Киселёвым.

УДК 631.474

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ЭТАЛОНЫ ЗОНАЛЬНЫХ ПОЧВ ПОДГОРНЫХ РАВНИН АЛТАЯ

В.С. Карелина

Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул,
wi-ka95@mail.ru

Математический подход при создании классификации почв, лишенной субъективизма предлагают ряд авторов (Зольников, 1955; Рожков, 2011; 2012; 2013). Действительно, по накопленным данным можно построить классификацию (или математическую структуру), обладающую набором свойств позволяющим классифицировать и проводить диагностику почв, в том числе и в соответствие с субстантивной классификацией почв РФ (2004). Поскольку даже однотипные почвы имеют свои зональные и провинциальные особенности, необходима разработка эталонов для каждой конкретной зоны (подзоны, почвенного района).

Объектами исследования послужили почвы 30 почвенного района типичных и выщелоченных черноземов подгорных равнин Алтая, в административном отношении – Смоленский район. По влагообеспеченности этот район относится к умеренно-теплому увлажненному, $ГТК_1 = 1.4–1.2$. Почвообразующие породы представлены лессовидными покровными средними и тяжелыми суглинками. На территории района распространены чернозёмы типичные, типичные карбонатные, типичные слабоэродированные, выщелоченные, сильно выщелоченные, в незначительном количестве лугово-чернозёмные выщелоченные, чернозёмно-луговые и аллювиальные.

Для разработки статистических эталонов применяли информационно-логический метод, основными показателями которого являются коэффициент эффективности передачи информации $K_{эфф}$ (отражающий тес-

ноту связи между фактором и явлением) и специфичные (наиболее вероятные) состояния функции k при определенном состоянии изучаемого фактора (Пузаченко, Карпачевский, Взуздаев, 1970). В качестве первичного материала использованы ретроспективные материалы крупномасштабного почвенного картирования 1980–90 гг., предоставленные Алтайским НИИ ГипроЗем. Группировка почв производилась, как по старой (1977), так и по новой субстантивной классификации почв РФ (2004).

При группировке и диагностике почв по субстантивной классификации черноземы типичные и выщелоченные были объединены в агрочерноземы миграционно-мицелярные, поскольку форма карбонатов у них одинаковая (псевдомицелий), а отличия заключаются только в глубине их залегания. Почвы мощность гумусового горизонта которых менее 40 см были диагностированы как агрозёмы миграционно-мицелярные. Лугово-чернозёмные выщелоченные идентифицированы как агрочернозёмовидные, чернозёмно-луговые как агрогумусово-гидрометаморфические, аллювиальные как агротёмногумусовые аллювиальные.

На основании сравнения коэффициентов $K_{эфф}$ были выявлены наиболее информативные почвенные признаки и оптимальные группировки объектов. Так для обеих классификаций наиболее высокие коэффициенты $K_{эфф}$ получены для таких свойств почв как мощность гумусового горизонта и содержание гумуса. Менее информативными являются такие признаки как содержание подвижных форм фосфора и калия. Причем, группировка почв по классификации почв РФ (2004) характеризуется увеличением значений $K_{эфф}$ почти в 2 раза, что свидетельствует о том, что данная классификация более эффективна, чем предыдущая. При переходе от классификации 1977 г. к классификации 2004 г. значительно увеличилась теснота связей ($K_{эфф}$) между таксономическими единицами и содержанием гумуса с 0.14 до 0.25, мощности с 0.09 до 0.25.

Полученные эталоны зональных почв могут служить для объективной диагностики почв по субстантивной классификации (2004), мониторинга их состояния и оценки степени деградации или окультуривания.

Работа рекомендована д.с.-х.н. Е.Г. Пивоваровой.

ПОГЛОЩЕНИЕ МЕДИ ПОЧВОЙ ПРИ ВНЕСЕНИИ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА «ЭКСТРА»

В.А. Киселева

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
vio-kiseleva@yandex.ru

Проблема техногенного загрязнения почв тяжелыми металлами обостряется с каждым годом. Многие производители гуминовых препаратов предлагают свою продукцию в качестве универсального улучшителя агрономических свойств почв, стимулятора, детоксиканта и удобрения одновременно, в том числе и на загрязненных тяжелыми металлами почвах. Целью работы было оценить поглощение меди почвой при внесении гуминового препарата «Экстра». Препарат «Экстра» представляет жидкий концентрированный раствор гумата калия, произведенный из бурого угля, с массовой долей органического вещества 5.5 % и с $pH = 7.10$. В препарате содержится высокое содержание фосфатов 46 г/л.

Для лабораторного опыта был приготовлен аналог верхнего горизонта. Для этого были взяты компоненты, имеющие слабокислые и нейтральные значения pH_{H_2O} : суглинок – 5.34; торф – 5.50, песок – 7.4.

Навески, 600 г искусственно приготовленной почвы, инкубировались неделю с добавлением воды (контроль), гуминового препарата (ГП), и с дигидрофосфатом калия (с тем же количеством PO_4 , что и в ГП). После высушивания навески почвы приводили в равновесие с растворами сульфата меди с концентрациями 50 и 250 мг/л. После 12-часового настаивания в фильтратах определяли pH , оптическую плотность, содержание Сорг., общую концентрацию и активность меди, содержание основных катионов и анионов.

Иммобилизация меди в присутствии ГП наблюдается только при добавлении высокой концентрации металла. При добавлении к навескам почвы раствора с концентрацией меди 50 мг/л наблюдается противоположный эффект. В равновесных растворах варианта с внесением ГП общее содержание меди увеличивается в 4 раза. Это связано с увеличением ВОВ, которое удерживает медь в растворе. Активность меди при этом снижается в 3 раза.

Значения pH в равновесных растворах при исходной концентрации меди 250 мг/л на 1.5 единицы ниже, чем при исходной концентрации 50 мг/л. Такое подкисление способствует снижению растворимости органических веществ.

Внесение дигидрофосфата калия оказывает сопоставимое с ГП влияние на поглощение меди в почве при одинаковых уровнях pH. Расчет распределения водорастворимых форм меди в программе «Visual MINTEQ» с помощью модели NICA-Donnan показывает, что основная часть меди, при исходной концентрации 50 мг/л, связана с водорастворимыми органическими веществами. Комплексы меди с фосфатами не превышают 1 %, содержание органических веществ в равновесных растворах в варианте с дигидрофосфатом так же высоко, как и в варианте с ГП. То есть дигидрофосфат калия экстрагирует органическое вещество из твердой фазы почвы.

Гуминовый препарат может оказывать как иммобилизирующее, так и мобилизирующее действие на тяжелые металлы в почвах. Эффект зависит от кислотно-основных условий почвы, от дозы металла, и от состава гуминового препарата.

Работа рекомендована д.б.н. проф. Г.В. Мотузовой.

УДК 631.417.7

ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ В ПОЧВАХ ТЕРРИТОРИИ АСФАЛЬТОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.Ю. Киселева

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
ka_27@mail.ru

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ, полиарены) – это группа веществ, имеющих по меньшей мере два конденсированных бензольных кольца. Ароматичность ПАУ обуславливает их сравнительно высокую устойчивость к деградации в почве, а низкая растворимость в воде определяет их миграцию в почвах в основном в сорбированном виде на поверхности твердых частиц. Большая часть исследований посвященных ПАУ связана с их канцерогенными и мутагенными свойствами. Тем не менее полиарены, как часть комплекса углеводородных веществ в почве, могут дать информацию о геохимических процессах, происходящих в почвах и в целом в ландшафтах. Основным механизмом образования ПАУ – это неполное сгорание органических веществ, которое может быть спровоцировано как природными процессами, так и человеческой деятельностью. Кроме этого ПАУ могут поступать в почвы из биогенных источников, горных пород и нефти.

В 2016 г. автором в составе Лаборатории углеродистых веществ биосферы Географического факультета МГУ были проведены почвен-

но-геохимические исследования на территории отработанного Бахилковского приповерхностного месторождения асфальта, находящегося в Жигулевском государственном заповеднике. Линзы асфальта залегают в песках среднеюрского возраста, на глубине нескольких метров от поверхности. Внутри техногенной зоны («гудронной поляны») размером примерно 1 км² находились карьеры по добыче асфальта, жилой поселок работников промысла и другие промышленные и бытовые объекты. Около 40 лет назад был демонтирован жилой поселок, и вся территория вошла в состав Жигулевского государственного заповедника.

Содержание и состав ПАУ были исследованы в 19 точках, характеризующих ненарушенные и измененные механогенной турбацией почвы на территории месторождения, а также условно фоновые почвы за пределами этой территории. В условно фоновых почвах значения суммы ПАУ наименьшие. В почвах с тяжелым гранулометрическим составом этот показатель в среднем на порядок выше в почвенных горизонтах (0.23 мг/кг), чем в почвообразующей породе (0.03 мг/кг). В почвах с легким гранулометрическим составом соотношение обратное: в почвообразующей породе сумма ПАУ выше (в среднем 0.37 мг/кг), чем в гумусовом горизонте (0.05 мг/кг). В составе ПАУ значительно преобладают гомологи нафталина и фенантрен. Чаще всего они составляют нафталиновую или фенантреновую ассоциации ПАУ, в которых доля каждого из преобладающих углеводородов составляет от 51 до 99 %.

В ненарушенных почвах месторождения средние значения суммы ПАУ незначительно отличаются от условно фоновых почв. В почве с легким гранулометрическим составом и почвообразующей породе они составляют в среднем по 0.02 мг/кг. В почвах с тяжелым гранулометрическим составом суммарная концентрация ПАУ в почвенных горизонтах (0.6 мг/кг) выше, чем в почвообразующей породе (0.3 мг/кг).

Внутри территории месторождения максимальные концентрации суммы ПАУ наблюдаются в расположенных там урбиквазиземах, они достигают 29 мг/кг. Высокие значения суммы ПАУ отмечаются по всей глубине почвенных разрезов урбиквазиземов. С механогенно-нарушенными почвами также связано и наиболее широкое разнообразие индивидуальных ПАУ: здесь в составе нафталиновых ассоциаций значительную долю составляют хризен (14–17 %), пирен (6–8 %), антрацен (7–31 %) и тетрафен (5–8 %).

Полученные результаты позволяют полагать, что ПАУ поступали в почвы территории асфальтового месторождения и прилегающих территорий различными путями: в границах бывшего промысла ПАУ преимущественно поступали в почву в результате перемешивания с отра-

ботанной породой и приносились эманациями от битуминозных залежей, в ненарушенных почвах полиарены имеют эманационное и биогеохимическое происхождение, а в условно фоновые почвы преобладающее количество ПАУ поступает из биогеохимических источников и с аэрозолями из атмосферы.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 14-17-00193.

Работа рекомендована д.г.н., проф. кафедры геохимии ландшафтов и географии почв географического факультета МГУ А.Н. Геннадиевым.

УДК 631.434

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ЕСТЕСТВЕННОГО СЛОЖЕНИЯ

В.В. Ключева

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
vvklyueva@gmail.com

Структурные свойства почв являются носителями информации об антропогенной нагрузке. Большой интерес представляет изучение прочности межчастичных связей и устойчивости структуры. Один из научных подходов, позволяющий определить и оценить данные показатели, это реологический метод, в частности техника реометрии. Реологические свойства почв обычно изучаются только на образцах нарушенного сложения, однако в этом случае разрушаются естественно возникшие структурные связи. Поэтому целью нашего исследования стало изучение реологического поведения образцов почвы ненарушенного сложения и сравнение его с реологическими свойствами нарушенных образцов.

Объектом нашего исследования послужили насыпные (пастообразные) и монолитные образцы горизонтов дерново-подзолистой почвы, отобранные на опытном поле Зеленоградского стационара Почвенного института им. В.В. Докучаева (Пушкинский район Московской области, июль 2016 г.). Образцы отобраны из горизонтов PY1, PY2, BEL, BT1, BT2.

Реометрические исследования проводились методом амплитудной развертки на реометре MCR-302 (Anton Paar, Austria). Особенностью данного метода является возможность проведения испытаний не только на насыпных образцах, но и на образцах ненарушенного сложения (монолитах). Реологические параметры образцов определялись для насыпных образцов (сито 1 мм) в состоянии суточного капиллярного

увлажнения 3 г почвы и трехдневного капиллярного насыщения в случае монолитных образцов соответствующих горизонтов, вырезанных в формы-коробки. Определены следующие показатели: модули упругости (G') и вязкости (G''), LVE-range – диапазон вязкоупругого поведения или область устойчивости структуры при приложении нагрузки, точка пересечения модулей упругости и вязкости (Crossover) как точка разрушения структуры образца.

Определение содержания общего углерода проводилось на экспресс-анализаторе АН-7529 методом сухого сжигания в потоке кислорода. Содержание углерода в верхнем горизонте – 1.5 %. Гранулометрический состав (определен методом лазерной дифракции на приборе Analysette-22) – тяжелый суглинок крупнопылеватый.

Для изучаемых насыпных и монолитных образцов характерен небольшой диапазон вязкоупругого поведения, не превышающий 0.005 % деформации. При этом значения начального модуля упругости G' в монолитах больше в 4–20 раз по сравнению с пастами. Разрушение структуры (пересечение модулей упругости и вязкости) в пастах достигается при больших нагрузках, чем в монолитах. Это говорит о том, что их поведение более пластично под воздействием нагрузки.

Можно сделать вывод о том, что монолитные образцы характеризуются более жесткими естественными структурными связями в начальный момент времени, однако их устойчивость под воздействием нагрузки меньше.

Для пастообразных образцов наблюдается прямая корреляционная зависимость значений диапазона вязкоупругого поведения и содержания фракции ила. Для монолитных образцов наблюдаются прямые корреляционные зависимости между значениями начального модуля упругости и содержанием фракции ила, значением деформации в точке разрушения структуры и содержанием общего углерода, а также обратная зависимость между значениями начального модуля упругости и содержанием общего углерода.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 14-00-00065, гранта РФФИ № 16-04-01111.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Д.Д. Хайдаповой.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОБНОГО АНТАГОНИЗМА В ВЫРАЩИВАНИИ СЕЯНЦЕВ ХВОЙНЫХ И В БИОРЕМЕДИАЦИИ ПОЧВЫ ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКОВ

О.Э. Кондакова

ФГБНУ Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск,
koeandkoe@mail.ru

В условиях лесных питомников Сибири в связи с частым использованием агротехнических и химических методов защиты растений происходит нарушение интенсивности и направления микробиологических процессов, играющих основополагающую роль в почве. Поэтому в настоящее время для восстановления (биоремедиации) почвы перспективным методом является интродукция микроорганизмов-антагонистов в окружающую среду, продуцирующих биологически активные и ростостимулирующие вещества, способные повышать продуктивность почв, увеличивать их биогенность, подавлять фитопатогенные формы микроорганизмов. В этой связи, целью работы было изучение влияния предпосевной обработки семян хвойных биологически активными штаммами микроорганизмов на всхожесть семян, сохранность, жизнестойкость, морфометрические характеристики сеянцев, и повышение биогенности почвы в условиях опытного лесопитомника.

На опытном лесном питомнике Погорельского стационара ИЛ СО РАН были заложены опытные участки, засеянные семенами сосны обыкновенной и лиственницы сибирской, обработанных перед посевом водными суспензиями штаммов-антагонистов: 1) Контроль (H_2O); 2) *Bacillus* sp.; 3) *Bacillus subtilis*, 4) *Ps.* sp.; 5) *T. harzianum*. Ежемесячно проводили учеты всходов и отбирали образцы почвы на микробиологический и биохимический анализы. В момент взятия образцов, измеряли температуру почвы на каждом участке. В лабораторных условиях определяли влажность и pH почвы, численность эколого-трофических групп микроорганизмов (ЭКТГМ), активность ферментов, микробную биомассу (МБ), базальное дыхание (БД) и микробный метаболический коэффициент (qCO_2).

Результаты исследований показали, что предпосевная обработка семян хвойных микробами-антагонистами (*Bacillus* sp., *B. subtilis*, *Pseudomonas* sp. и *Trichoderma harzianum*) повышала грунтовую всхожесть семян сосны обыкновенной (в 1.5–1.7 раз) и лиственницы сибирской (в 1.3–5.8 раз), к концу вегетации улучшила сохранность и качество жизнестойких сеянцев сосны (в 1.4–11.0 раз) и лиственницы (в 1.3–

3.5 раз), по сравнению с контролем. Лучшая сохранность семян хвойных в конце вегетации была отмечена в вариантах обработки *Trichoderma harzianum* и *Pseudomonas* sp. Обработка семян сосны штаммами *Ps. sp.* и *B. subtilis*, листовницы – *T. harzianum* и *Bacillus* sp. улучшала морфометрические характеристики семян в 1.5–2.0 раза (длину мутовки, стелевка, корня, диаметр корневой шейки и сухой вес семени).

В почве опытного питомника отмечено доминирование олиготрофно-копиотрофной группы микроорганизмов, однако с внесением микробов-антагонистов с семенами хвойных увеличивалась численность общей численности микроорганизмов, в том числе гидролитиков и копиотрофов. Внесение популяций споровых бактерий (*Bac. subtilis* и *Bac. sp.*) и микромицета (*T. harzianum*) увеличило биогенность и продуктивность почвы питомника (МБ, БД, ферментативную активность, численность ЭКТГМ) в 1.5–3.0 раза, по сравнению с контролем. Установлено, что обработка семян повышала активность протеазы и уреазы в почве под посевами сосны, а под посевами листовницы – активность инвертазы, фосфатазы и уреазы, по сравнению с контролем.

Кроме того, внесение в почву питомника бактерий р. *Bacillus* благоприятно сказалось на восстановлении экофизиологической нормы функционирования почвенного микробного сообщества, что подтверждали значения коэффициентов удельного микробного дыхания ($q\text{CO}_2$) на протяжении всего вегетационного периода.

Работа рекомендована д.б.н., доц. И.Д. Гродницкой.

УДК 631.435

ВЛИЯНИЕ УРБАНИЗАЦИИ НА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВ ПРИДОРОЖНЫХ ЗОН г. АКСАЙ

М.В. Котик, С.С. Тагивердиев

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону
mihail-kotik.himik@yandex.ru

Объектом исследования стал почвенный покров города Аксай, входящий в состав Ростовской агломерации. Изучение специфики гранулометрического состава почв и трансформации этого показателя проводили в поверхностных образцах, отобранных с глубины 0–20 см (горизонт урбик). Нами было отобрано 13 усредненных образцов вдоль оживленных автомагистралей, и в местах с высоким пешеходным трафиком. Определение гранулометрического состава проводили методом пипетки по Качинскому (подготовка почвы с пирофосфатом натрия).

Результаты анализа показали, что вдоль центральных улиц содержание физического песка очень высокое – до 77 %. Это объясняется тем, что эти улицы характеризуются очень высоким трафиком движения. Частый ремонт дороги и использование песка в период обледенения привели к столь высокому росту этого показателя. Вдоль дорог с более низким трафиком движения содержание физического песка составляет всего 19–25 %. С экологической точки зрения важно содержание в почве тонких фракций, в которых сосредоточены глинистые минералы и гумус, обладающие высокой сорбционной емкостью (Крыщенко и др., 2013). Тонкие фракции обеспечивают буферные свойства почвы, в том числе способствуют переводу тяжелых металлов и других токсикантов в малоподвижное состояние.

Содержание ила в изученных почвах колеблется в пределах 10–36 %, в среднем составляя 26 %. Ил преобладает над средней и мелкой пылью во всех образцах, что характерно и для нативных черноземов региона. В составе физической глины в поверхностных горизонтах урбопочв сохраняется характерное для черноземов соотношение этих фракций. Отношение крупной пыли (0.05–0.01 мм) к илу (<0.001 мм) не такое однозначное. В некоторых образцах содержание крупной пыли значительно ниже, чем в зональных почвах. Обычно в черноземах миграционно-сегрегационных содержание лессовидной фракции достаточно высокое, что обусловлено формированием этого подтипа черноземов на лессовидных глинах и суглинках. Снижение лессовидной фракции может быть обусловлено деградационными процессами.

Таким образом, неоднородность почв придорожной зоны по такому важному показателю, как гранулометрический состав, предопределяет разную способность этих почв к связыванию токсикантов, а, следовательно, и разную протекторную роль этих зон в различных частях города по отношению к окружающей среде.

Литература

Крыщенко В.С., Рыбьянец Т.В., Замулина И.В., Бирюкова О.А., Кравцова Н.Е. Моделирование отношений элементов полидисперсной системы почв с использованием эталона сравнения // «Живые и биокосные системы». 2013. № 2; URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-2/article-9>.

Исследование выполнено в рамках внутреннего гранта ЮФУ с использованием оборудования ЦКП «Биотехнология, биомедицина и экологический мониторинг» и ЦКП «Высокие технологии» Южного федерального университета.

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.С. Безугловой, к.б.н., в.н.с. С.Н. Горбовым.

ОЦЕНКА ДЕГРАДАЦИИ ТОРФЯНО-БОЛОТНЫХ ПОЧВ НА ОСУШЕННЫХ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ В СТОИМОСТНОМ ВЫРАЖЕНИИ

А.В. Краковецкий, Т.И. Макаренко

Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск,
KrakovecAV@gmail.com, Makarenko.IP@mail.ru

Почти все виды хозяйственной деятельности на торфяных месторождениях приводят к частичному или полному использованию торфа, уничтожению болотных экосистем, дестабилизации биосферных функций торфяных болот. Главной особенностью осушенных торфяных месторождений и торфяно-болотных почв является ежегодное уменьшение глубины торфяного слоя за счет усадки, минерализации органического вещества и эрозии. Нет технологий, способных полностью остановить процесс разрушения органического вещества осушенных торфяно-болотных почв, однако наиболее почвозащитным направлением является луговое хозяйство. Оно позволяет исключать длительное пребывание поверхности торфяно-болотных почв без растительного покрова, способствующее ветровой эрозии, фотодеструкции органического вещества и непроизводительным потерям элементов питания [1].

В сложившихся условиях актуальным вопросом является стоимостная оценка деградации торфяно-болотных почв Белорусского Полесья, которое характеризуется высокими показателями возникновения опасных геоморфологических процессов, в том числе и развитием ветровой эрозии. Интенсивное использование осушенных торфяных месторождений в сельском хозяйстве ведет к активному развитию эрозионных процессов на их поверхности и как следствие – к потере ценного плодородного слоя почвы. В наибольшей степени явлению дефляции почв, с периодически возникающими пыльными бурями, подвержен восток Полесского региона в пределах Гомельской и юго-западной части Могилевской области.

В современных условиях развития рыночных отношений требуется определение величины ущерба от ветровой эрозии почв в денежном эквиваленте. Данную величину предлагается определять на основе нормативной стоимости плодородного слоя осушенных торфяно-болотных почв и показателя ежегодной потери органического вещества при дефляционных процессах.

Стоимость плодородного слоя почвы составляет 25 841 долл./га при плотности 900 кг/м^3 [2]. Для осушенных торфяно-болотных почв

ежегодная потеря мелкозема от ветровой эрозии при возделывании пропашных культур находится в пределах 8–13 т/га, при выращивании луговых культур – 2–4 т/га [1]. Таким образом, ежегодный ущерб от дефляции почвы под пропашными культурами в долларовом эквиваленте составит 76–124 долл./га, под луговыми культурами – 19–38 долл./га.

В качестве примера оценим ущерб от ветровой эрозии для торфяного месторождения «Соболево» (кадастровый номер 604) Светлогорского района Гомельской области Республики Беларусь. Площадь торфяного месторождения в нулевых границах составляет 444 га с оставшимися запасами в промышленной глубине залежи 482 тыс. т. Тип месторождения – низинный, средняя глубина – 1.3 м, степень разложения – 39 %, зольность – 12.6 %. Большая часть месторождения используется под луговые, оставшаяся – под пропашные культуры.

Расчеты показывают, что ущерб от ветровой эрозии для торфяного месторождения «Соболево» составит от 33 744 до 55 056 долл. при использовании под пропашными, и от 8 436 до 16 872 долл. при использовании под луговыми культурами.

Литература

1. *Бамбалов, Н.Н.* Роль болот в биосфере / Н.Н. Бамбалов, В.А. Ракович. – Мн.: Бел. наука, 2005. – 285 с.
2. *Grakun, V.* Cost estimation of use and protection of farmlands: problems and decisions / V. Grakun, A. Unukovich, A. Lopatnuk // *Zrownowazony rozwoj lokalny: warunki rozwoju regionalnego i lokalnego / redakcja naukowa Prof. dr. hab. Antoni Mickiewicz.* – Szczecin, 2010. – P. 123–130.

Работа рекомендована д.т.н., доцент, зав. лаб. «Использования и охраны торфяных и сапропелевых месторождений» Б.В. Курзо.

УДК 631.48

ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.В. Красников

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева,
irbis1990.ygr@yandex.ru

Орловская область расположена в центральной части Восточно-Европейской равнины в пределах Среднерусской возвышенности. В северном направлении она граничит с Тульской областью, в северо-западном – с Калужской, в западном – с Брянской, в южном – с Курской, в восточном – с Липецкой областями. Площадь территории облас-

ти составляет 24.7 тыс. км², протяжённость с севера на юг – более 150 км, в широтном направлении – свыше 200 км.

К основным видам экзогенных геологических процессов (ЭГП), проявляющихся на территории Орловской области, относятся оползневые, карстовые, эрозионные, осыпные процессы, боковая эрозия и забо-лоченность.

Наиболее распространенным видом ЭГП на территории области, оказывающим негативное воздействие на населенные пункты и хозяй-ственные объекты, являются оползневые процессы. В настоящее время известны 116 оползней и оползневых участков, развитых в бассейнах крупных рек и их боковых притоков. Наибольшая плотность распро-странения оползневых процессов отмечается в юго-восточной и восточ-ной частях области в бассейнах рек Сосны и Зуши и северо-западнее г. Орла в бассейне реки Неполодь. Пораженность указанных террито-рий, определенная по результатам рекогносцировочных инженерно-геологических обследований, составляет от 1.8 до 5.7 %.

Карстовые явления установлены, в основном, на северо-востоке и востоке области при проведении в 1994–1997 гг. геолого-экологических исследований в М 1:500 000 для территории региона. Всего выявлено 19 проявлений этих экзогенных процессов.

Боковая эрозия наблюдается в долинах крупных рек Ока и Зуша. Этому процессу подвержены уступы речных террас и коренные склоны. Интенсивность бокового подмыва обычно незначительна.

Осыпные процессы на территории области распространены не-значительно. Развиты в заброшенных карьерах и на крутых коренных склонах в долинах крупных рек Оки, Сосны и Зуши.

Заболоченность, суммарная площадь развития которой составля-ет 38 км², характерна для западной и юго-западной частей области (бас-сейны рек Вытебеть и Нерусса). Участки заболоченности связаны с не-глубоким залеганием грунтовых вод, площади их ограничены.

Овражная эрозия наиболее интенсивно развивается на склонах долин рек (при отсутствии на них лесонасаждений), сложенных лессо-видными суглинками. В результате в период ливневых дождей проис-ходит активный размыв лессовидных пород и рост оврагов.

Ежегодная оценка и прогноз региональной активности ЭГП осу-ществляются в рамках государственного мониторинга состояния недр на основе анализа результатов наблюдений на пунктах наблюдательной сети, а также данных, полученных от различных сторонних источников. В 2014 г. на территории Орловской области наблюдалась низкая сте-пень региональной активности ЭГП склонового типа. Основные ополз-

ни находились в состоянии покоя. Информация сторонних источников о чрезвычайных происшествиях, связанных с активизацией ЭГП на территории Орловской области, в 2014 г., не поступала.

На 2015 г. для территории Орловской области прогнозировалась низкая степень активности ЭГП склонового ряда. Основной фактор прогноза – атмосферные осадки на 2015 г. прогнозировались в пределах нормы.

Проблемой первостепенной важности в природопользовании является защита почв от деградации и опустынивания. Для Орловской области как аграрного региона значимость почвозащитных мероприятий ежегодно возрастает. Отличительной чертой региональной государственной политики Орловской области, проводимой Правительством региона, является приоритет инвестиций в природный капитал (рациональное природопользование).

Работа рекомендована к.п.н. И.Н. Кондрашовой.

УДК 631.48

РАЗВИТИЕ ПРОЦЕССОВ ЗАСОЛЕНИЯ И ОСОЛОНЦЕВАНИЯ В ПОЧВАХ ЗАПАДНОГО ОКРУГА МОСКВЫ

Н.Ю. Кузьминская

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
natasha.kislyackova@yandex.ru

Использование на дорогах противогололедных реагентов (ПГР) в зимний период вызывает ряд экологических проблем, одной из которых является деградация городских почв при накоплении легкорастворимых солей. Засоление городских почв снижает почвенное плодородие и вредит зеленым насаждениям, приводя к ухудшению их состояния и гибели. Длительное использование ПГР, в состав которых входит NaCl, обуславливает развитие осолонцевания, которому способствует промачивание почвы в весенний период талыми минерализованными водами, а летом – пресными атмосферными осадками. В летний период благодаря поливочным машинам в придорожные почвы поступает вода, содержащая пыль и соли с дорожного полотна.

Цель данной работы – исследовать развитие засоления и осолонцевания в почвенно-геохимических катенах, заложенных в Западном административном округе (ЗАО) Москвы весной 2015 г. Опробовались 2 катены в долине р. Сетунь с автодорогами в автономной позиции, всего заложено 11 разрезов и 4 прикопки и отобрано 46 образцов, в которых определены состав водной вытяжки и почвенно-поглощающего комплекса.

Процесс выноса солей из почв обусловлен не только их вертикальной миграцией по почвенному профилю. В составе талых и дождевых вод легко растворимые соли движутся по склонам речных долин и попадают в речную сеть, ухудшая качество природных вод. Исследование перераспределения солей в почвенных катенах Ново-Переделкино и Можайского района ЗАО показало, что наибольшему воздействию подвержены почвы, расположенные поблизости от дорожного полотна. Эти территориями представляют собой своеобразную элювиальную позицию с наибольшими значениями плотного остатка. При удалении от проезжей части и смене геохимических ландшафтов (трансэлювиального, транс-элювиально-аккумулятивного, супераквального и субаквального) засоление уменьшается.

Максимальные значения плотного остатка обнаружены в первых 10–15 м от дороги как в Можайском районе (0.15–0.16 %), так и в Ново-Переделкино (0.21 %), а минимальные – в супераквальном (0.125 %) и трансэлювиальном (0.095 %) ландшафтах, соответственно. В целом катена, заложенная в Ново-Переделкино, характеризуется слабой степенью засоления с преобладающими значениями плотного остатка 0.095–0.125 %. Засоление наблюдается не на всем протяжении катены, зона воздействия ограничивается 30 м. Зона воздействия ПГР в катене, заложенной в Можайском районе ЗАО, превышает 50 м. Распределение солей характеризуется несколькими максимумами на разных глубине и расстоянии от дороги, что связано с миграцией значительных разовых доз ПГР, рассыпанных по дороге после сильных снегопадов.

Оценка солонцеватости почв в изучаемых катенах показала, что наибольшие значения доли обменного натрия ($ESP = 9–10\%$) в почве наблюдаются на расстоянии 10–15 м от дороги. В остальных частях катен солонцеватость не выявлена ($ESP = 3.0–4.5\%$). Отсюда следует, процесс химического осолонцевания выражен только на участках, испытывающих постоянное длительное воздействие ПГР.

Обе ландшафтно-геохимические катены на всем своем протяжении, за исключением полосы вдоль дороги шириной 10–15 м, относятся к недеградированным территориям. Почвы вблизи дорог характеризуются средней степенью деградации, которая меняется с глубиной по почвенному профилю. Эти результаты свидетельствуют о том, что, несмотря на большую солевую нагрузку, почвы в своем большинстве характеризуются слабой степенью деградации или она вовсе отсутствует. Устойчивость почв к ПГР связана с антропогенными изменениями их физико-химических свойств, которые препятствуют развитию процесса осолонцевания, и их водным режимом.

Работа рекомендована д.г.н., в.н.с. географического факультета МГУ Н.Е. Кошелевой.

ПОДХОДЫ К ВЫДЕЛЕНИЮ КОНТУРОВ АНТРОПОГЕННО-ИЗМЕНЕННЫХ ПОЧВ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

М.А. Лазарева

ФГБНУ ЦМП им. В.В. Докучаева, Санкт-Петербург,
margoflams@mail.ru

Завершается создание цифровой почвенной карты (ЦПК) Ленинградской области (ЛО), масштаба 1:200 000. На карте помимо контуров естественных почв выделены контуры антропогенно-измененных почв.

Для выделения контуров антропогенно-измененных почв ЛО использовались следующие подходы: исторический; факторный; аналитический; антропоцентрический; современный.

Определение содержательной характеристики контуров складывалось из данных дешифрирования и результатов научных исследований.

Исторический подход. Обобщались имеющиеся материалы (полевые исследования, картографические и литературные данные), сопоставлялись с современными представлениями о почвах и почвенном покрове. Использовались Финские карты территории Карельского перешейка, масштабов 1:100 000 и 1:20 000 (1930–1940 гг.).

Данный подход позволил выявить и отразить на карте контуры почв, в прошлом подвергшихся сельскохозяйственному использованию.

Факторный подход. Почвенная карта сопоставлялась с картами факторов почвообразования.

Основными используемыми материалами являлись: почвенная карта ЛО, масштаба 1:300 000 (1962–1971 гг.), карта четвертичных отложений ЛО, масштаба 1:500 000 (1967 г.), топографические карты ЛО, масштаба 1:100 000 (1997–1999 гг.).

Проводился факторный анализ, выявлялись связи между почвами и факторами почвообразования с последующим выделением контуров почв.

Аналитический подход. Для уточнения границ почвенных контуров проводилось детальное исследование почвенного покрова путем заложения ключевых участков. С целью уточнения диагностики и классификационного положения почвенных разностей проводились лабораторные анализы образцов почв по принятым методикам.

Антропоцентрический подход. Выявлялись площадные, линейные, очаговые антропогенные воздействия и отображались, соответственно, с помощью контуров различных почв и их комбинаций.

Современный подход. ЦПК ЛО создавалась в геоинформационной системе QGIS. Оцифровка карты проводилась по подложке, в качестве которой использовались космоснимки и, как вспомогательный материал, ГИС слои с цифровыми топографическими картами ЛО, масштабов 1:50 000, 1:100 000, 1: 200 000, 1:500 000, 1:1000 000.

Дешифрирование контуров почв по космическим снимкам проводилось по комплексу прямых и косвенных признаков. Прямыми дешифровочными признаками являлись: цвет, рисунок, граница, форма, размер почвенных контуров, наличие осушительной сети. К косвенным признакам относились: рельеф, гидрология, характер литологии и растительности, своеобразие антропогенной деятельности.

Космические снимки позволили выделить реально существующие границы застроенных территорий, сельскохозяйственных угодий, антропогенно-нарушенных земель.

Критериями выделения контуров антропогенно-измененных почв служили:

- масштаб карты;
- контуры почв генерализовались и выделялись в соответствии с масштабом 1:200 000 на уровне типов и подтипов;
- контуры почв генерализовались с отражением структуры почвенного покрова (СПП);
- назначение карты: решение многих научных и практических вопросов, важнейшие из которых – оценка ресурсного потенциала почв (РПП), создание реестра антропогенно-измененных почв ЛО;
- простота и выразительность в оформлении в целях облегчения работы с картой;
- выделялись характерные и наиболее представительные для области почвы;
- выделялись почвы, которые имеют повсеместное распространение.

В соответствии с вышеизложенными подходами, согласно критериям, на ЦПК ЛО были выделены следующие контуры антропогенно-измененных почв:

- непочвенные образования (карьеры, газотрубопроводы, здания, сооружения, водоемы);
- почвы первичного ствола почвообразования (псаммоземы, петроземы);
- почвы сельскохозяйственных угодий в их современных границах (агроземы и агропочвы);

- почвы и почвенные комбинации, характерных для населенных пунктов, садоводств (НПО + агроземы, НПО + агропочвы, НПО + интродуцированные почвы);
- залежные земли;
- антропогенно-преобразованные почвы (торфоземы);
- антропогенно-измененные естественные почвы (турбированные, стратифицированные).

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. Б.Ф. Апариним.

УДК 631.4

ОСТАТОЧНОЕ ВЛИЯНИЕ КОЛОНИАЛЬНО ГНЕЗДЯЩИХСЯ ПТИЦ НА ПОЧВУ И ФЛОРУ ДУБРАВЫ ЗАПОВЕДНИКА

Е.И. Макаеева

Государственный заповедник «Белогорье», Борисовка,
rfnz565@yandex.ru

Колониально гнездящиеся птицы – крупногнезники (серая цапля *Ardea cinerea*), как и другие позвоночные животные, активно участвуют в средообразовании и, в частности, в почвообразовании. По данным исследований В.В. Яковлевой, О.Г. Растворовой и др. [1] выявлено, что без прямого контакта с почвой, данный вид на территории заповедного участка «Лес на Ворскле» существенно изменил биоценоз, занимаемой им площади. Поэтому важным является наблюдение за изменением данного воздействия во времени и за скоростью восстановления исследуемой территории к исходному состоянию.

Известно, что цапли строят массивные гнезда, располагая их в кронах крупных деревьев. Почвенный покров под проекцией таких гнезд регулярно принимает деревенистый гнездовой материал – источник агрессивных гумусовых кислот, экскременты птиц (N, мочева кислота), остатки корма, скорлупа яиц и перья (P, N, Ca). Колония серой цапли, крупнейшая в лесостепной зоне СССР, располагалась в перестойном (200–250 лет на момент начала наблюдений) липо-дубняке (дуб *Quercus robur*, реже – липа *Tilia cordata*) осоково-снытьевом с 1930 по 1980-е гг. Наибольшая площадь, занимаемая цапельником, отмечена в 1970–1980-х гг. – около 2 га с численностью гнезд до 300! Таким образом, высокая численность цапли и продолжительность заселения участка (около 50 лет) привели к следующим изменениям (по наблюдениям 1970–1990-х гг. [1]): формированию нового специфического бурокрашенного горизонта АО, горизонт А приобрел выраженную корич-

невую окраску; увеличению содержания биофильных элементов, снижению величин pH, сокращению Ca и Mg; возросла интенсивность выделения CO₂, существенно сократилась численность дождевых червей; верхний ярус древостоя утерял сучья и превратился в мертвые стволы в основном сохраняя вертикальное положение, а, не падая, как это обычно происходит вне колонии; сныгтьевый покров сменился мертвопокровником и нитрофильной растительностью, а отмирание стволов – мест для строительства гнезд привело к расширению колонии. По наблюдениям 1987 г. после прекращения влияния цапель происходит постепенная нормализация строения почвенного профиля и напочвенного растительного покрова, но сохраняются пониженные значения pH и высокое содержание фосфатов, численность и биомасса почвенных беспозвоночных восстановилась примерно за 20–25 лет.

Данные, полученные в ноябре 2016 г., подтверждают нормализацию строения почвенного профиля, внешне он не отличим от контроля темно-серой лесной почвы. Анализ почвенных образцов показал, что в молодой части колонии (более 30 лет без цапель), как и в старой (около 60 лет без цапель) pH имеет более низкие значения (4.6–6.6), чем на контроле (5.8–7.0). Также подвижный фосфор молодой части колонии превышает контроль (60–80 мг/кг) более чем в 3 раза (210–320 мг/кг), в старой части колонии фосфор с глубины 30 см и до 100 неуклонно растет от 57 до 300 мг/кг. Фитоценоз участка сильно отличается от остальной территории дубравы: большое количество выпавших дубов на всей территории, находившейся под цапельником; нетипичное для дубравы разрастание кустарников бузины черной (*Sambucus nigra*). В старом центре колонии бузина черная имеет диаметр ствола около 10 см, травянистый покров представлен крапивой двудомной (*Urtica dioica*) и ясноткой крапчатой (*Lamium maculatum*).

Литература

Влияние колониально гнездящихся птиц на почву и биоценоз лесостепной дубравы (по наблюдения в 1970–1990-х годах) / В.В. Яковлева, О.Г. Растворова, А.Н. Ванникова, Л.В. Воробьева и др. // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 3: Биология, 2006. – № 2. – С. 83–95.

Работа рекомендована к.с.-х.н., с.н.с. М.В. Арбузовой.

ТРАНСФОРМАЦИЯ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ
АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ГОРОДСКИХ ПОЧВ
РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНЫХ ЗОН

А.В. Максимович

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
alexandra_1199@mail.ru

Почвенный покров Земли представляет незаменимую экологическую основу функционирования биосферы, жизни и деятельности человека. Половину почвенного покрова планеты представляют антропогенно измененные почвы. Города, особенно мегаполисы, значительно влияют на все компоненты природы.

Несмотря на то, что степень трансформации почвенного покрова городов и ее причины в научной литературе изучены очень хорошо, среди большого числа публикаций по исследованиям свойств почв урбанизированных территорий, практически отсутствуют исследования о степени влияния на них природной зоны.

Целью исследования был сравнительный анализ содержания почвенного органического углерода (SOC) и значений pH водных вытяжек в почвах городов и природных почвах окружающих территорий в различных почвенно-биоклиматических зонах.

Нами была создана база данных свойств городских почв на основе анализа научных публикаций и собственных материалов. База данных охватывает свойства верхнего горизонта почв городских районов 138 городов по всему миру, были включены почвы различного типа использования и геоморфологических позиций. Набор типов фоновых почв определялся по буферной зоне радиусом 10–15 километров в зависимости от размера города.

В каждой выборке городских и природных почв были рассчитаны средние значения SOC и pH и проведена статистическая обработка данных.

Статистический анализ показал, что разброс в значениях углерода в почвах городов значительно выше, чем в фоновых почвах. Этот факт объясняется влиянием антропогенного фактора на процессы редукции и аккумуляции органического вещества в почве. В целом разница сильнее в более северных регионах, и постепенно уменьшается к югу.

Для подтверждения результатов, полученных по средним значениям, была исследована зависимость по всей выборке разницы между содержанием углерода в городских и в фоновых почвах от широты рас-

положения города. При движении с севера на юг разница в содержании органического вещества в городских почвах по сравнению с фоновыми уменьшается. Разница в значениях значимо коррелирует со значениями широты (коэффициент корреляции 0.49).

Аналогичным образом проводился анализ данных по значениям pH водной вытяжки. При сравнении средних значений pH городских и природных почв статистически значимых различий не наблюдалось. Однако сравнение максимальных значений по группам городских и природных почв позволяет выявить повышение щелочности в следующих областях: гумидной таежно-лесной, семигумидной лесостепной, экстрагумидных лесов субтропиков и в области средиземноморских семигумидных ксерофитных лесов. Данные области содержат 2/3 всех значений по городским почвам в составленной базе данных. Из этого следует, что городские почвы в большинстве случаев имеют более щелочную реакцию среды, по сравнению с природными.

Выводы

В городских почвах среднее содержание углерода выше, чем в природных почвах. Прослеживается северный градиент превышения содержания углерода в городских почвах в сравнении с природными.

В городских почвах при сравнении максимальных значений pH выявляется закономерность более щелочной реакции среды городских почв в сравнении с природными. Также выявлена тенденция сближения по уровню кислотности почвы городов различных климатических зон, что отражает влияние антропогенного фактора.

Работа рекомендована ассистентом кафедры географии почв МГУ им. Ломоносова И.А. Мартыненко.

УДК 641.31

ИЗМЕНЕНИЕ КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ПОЧВ В ЗОНЕ ТЕХНОГЕНЕЗА (НА ПРИМЕРЕ КРАСНОУРАЛЬСКОГО ПРОМУЗЛА)

М.С. Маричев

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
m.s.marichev@yandex.ru

Длительное воздействия медеплавильного комбината ОАО «Святогор» привело к мощной техногенной нагрузке на окружающие природные ландшафты и на процессы трансформации почвенного покрова. Выпадающие кислотообразующие газы изменяют в первую очередь те параметры почв, которые не остаются инертными к воздействию окружающей среды, одним из которых являются кислотно-основные свойства.

В ходе работы на территории, прилегающей к комбинату и его окрестностей, была заложена серия разрезов на различном расстоянии от комбината. Все исследуемые почвы района, по классификации относятся к дерново-подзолистым с разной степенью оподзоленности и мощности гумусового горизонта. Расположены на одинаковых элементах рельефа, почвообразующая порода тяжелосуглинистый бескарбонатный моренный суглинок.

Условно исследуемую территорию можно разделить на три зоны, фоновую – на расстоянии более 8 км от источника эмиссии и подверженную в наименьшей степени техногенной активности комбината, буферную – от 8 до 4 км, являющуюся «барьером» и импактную зону – на расстоянии менее 4 км от комбината.

Показатель pH указывает на контрастность кислотно-основных условий. В почвах, находящихся на значительном удалении от комбината (фоновая зона) значения $pH_{\text{вод}}$ составляют 5.70–5.88 и $pH_{\text{сол}}$ 4.70–5.31. Почвы не подвержены техногенной нагрузке и, как следствие, более высокие значения обменных катионов в верхней части профиля 27.70 мг-экв/100 г почвы, низкие значения гидролитической кислотности (2.23 мг-экв) и обменного алюминия 0.05 мг-экв/100 г почвы. Степень насыщенности основаниями 73 %.

По мере приближения к источнику загрязнения (буферная зона) наблюдаются незначительное повышение кислотности до $pH_{\text{вод}}$ 5.30–5.65 и $pH_{\text{сол}}$ 4.30–4.60. Снижение концентрации обменных катионов в среднем на 12 %, увеличение содержания алюминия на 62 %, в сравнении с фоновой зоной. Степень насыщенности почв основаниями колеблется в пределах от 65 до 93 %.

В импактной зоне – или зоне наиболее высокой техногенной нагрузки в результате длительного воздействия кислотообразующих газов, происходит увеличение кислотности до $pH_{\text{вод}}$ 3.03 и $pH_{\text{сол}}$ 2.83. В результате закисления почвы и протекающих процессов кислотного гидролиза, происходит перераспределение обменных катионов кальция и магния между гумусово-аккумулятивными и иллювиальными горизонтами, в результате их перехода в водорастворимые соединения и дальнейшей мобилизации. Снижаются процессы нейтрализации, повышается растворимость почвенных алюмосиликатов и увеличивается преобразование в аморфные формы соединений Fe и Al.

В результате содержание обменных катионов в верхней части составляет 9.27 мг-экв/100 г почвы. Значения гидролитической кислотности имеют закономерное распределение изменением концентрации катионов водорода. Увеличивается доля обменного алюминия на 55 %, в

сравнении с буферной зоной. Степень насыщенности основаниями составляет 30 % в верхнем слое, увеличиваясь вниз по профилю до 80 %.

Таким образом, в результате проделанной работы установлено, что в почвах изменяются не только морфологические, но и физико-химические свойства. В зоне высокой техногенной нагрузки, происходит вынос обменных катионов Са и Mg, увеличение доли гидролитической кислотности и обменных Н и Al, снижение степени насыщенности основаниями.

Работа рекомендована к.с.-х.н. М.В. Шабановым.

УДК 631.48

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННОЙ ТЕМНО-СЕРОЙ ПОЧВЫ И ПОГРЕБЁННОГО ЧЕРНОЗЁМА НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ СКИФСКОГО ГОРОДИЩА «БОРИСОВКА» (БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.Д. Мерзлякова

Санкт-Петербургский государственный университет,
anastasia.d.merzliakova@gmail.com

В июле 2016 г. нами было заложено два полнопрофильных (глубиной 2.0 м) разреза, вскрывающие голоценовые дневную и погребенную под скифским валом почвы и начато их подробное изучение. Местом исследования является скифское городище (радиоуглеродный возраст по древесному углю из земляного вала составляет около 2.5 тыс. л.) в п. Борисовка (Белгородская область) в южной части лесостепи в пределах Среднерусской возвышенности. Примечательно, что скифские городища являются уникальными объектами культурного наследия лесостепной зоны Восточно-Европейской равнины, которые, наряду с историко-археологической составляющей, очень важны с эволюционно-палеопедологической и геоархеологической точек зрения как хранители палеогеографической информации формирования ландшафтов. Такие почвы, погребенные под древними сооружениями, отражают процессы, происходившие в период, предшествующий их погребению.

Оба разреза сформированы на одинаковой породе, на расстоянии в 10 м друг от друга. Таким образом, мы имеем дело с эволюционным рядом разновозрастных почв (хроноряд), в которых записана палеогеографическая информация позднего голоцена.

Фоновая почва представлена темно-серой со вторым гумусовым горизонтом тяжелосуглинистой среднemosной глубоко карбонатной почвой на карбонатных лессовидных суглинках. Профиль почвы имеет строение AU1–AU2–AUe3–BEL[hh]–BTth1–BT2–Cca1–Cca2. Данная почва имеет все признаки текстурной дифференциации, в ней отчетливо выражен кутанный комплекс с наличием гумусово-глинистых кутан, покрытых силтанами, что свидетельствует о высокой степени элювиально-иллювиальной дифференциации профиля. В нижней части профиля были обнаружены реликты степной стадии формирования почвы: прямые темноокрашенные палеослепышины, которые не характерны для лесных почв, и второй гумусовый горизонт BEL[hh], являющийся нижней частью переходного горизонта ABca2 палеочернозема. Оба горизонта локализованы на одной и той же глубине, в пределах ~40–50 см. При этом сохранившаяся темно-серая гумусовая прокраска второго гумусового горизонта объясняется проявлением наложенной эволюции позднего голоцена, проявляющегося в элювиировании верхней части исходного гумусового профиля чернозема.

Палеопочва под валом кардинально отличается от фоновой и представлена погребенным черноземом миграционно-мицелярным тяжелосуглинистым среднemosным карбонатным на карбонатных лессовидных суглинках. Профиль почвы имеет строение AUca–ABca1–ABca2–BCAmc–BCAnc–BCnc–Cca. Карбонатные новообразования в срединной части профиля представлены псевдомицелием, журавчиками и кальцетанами. Весь профиль вскипает. По вертикальному срезу видны прямые и обратные палеослепышины, заметные также и во вмещающей толще земляного вала, то есть почва прошла длительную стадию степного почвообразования. Важно отметить полное отсутствие признаков иллювиирования тонкодисперсного материала по профилю.

В итоге проделанной работы можно заключить, что фоновая темно-серая почва является полигенетичной, прошедшую процесс почвообразования в степную фазу, и отражает позднеголоценовый тренд надвигания лесов на степи в общей обстановке усиления похолодания и увлажнения в субатлантический период.

Работа рекомендована проф., д.г.н. А.В. Русаковым.

ВЛИЯНИЕ МЕЛИОРАНТОВ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ
ГУМИФИКАЦИИ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО
ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ НЕФТЬЮ

Т.В. Минникова, Г.В. Баранова

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,
loko261008@yandex.ru

Функция плодородия почвы значительно зависит от таких техногенных факторов, как загрязнение тяжелыми металлами, нефтью и нефтепродуктами. Одной из самых приоритетных проблем является нефтезагрязнение почв. В настоящее время не разработано нормативов по содержанию нефти в почвах, при которых функции плодородия почвы сохраняются. По данным ряда авторов, нефтезагрязнение почвы ингибирует активность ферментов класса оксидоредуктаз, по причине обволакивания почвенных частиц нефтяными углеводородами, препятствуя взаимодействию ферментов с субстратом, так и иммобилизации ферментов на гумусовых кислотах. Активность оксидоредуктаз тесно связана с плодородием почвы. Однозначного ответа на реакцию оксидоредуктаз в нефтезагрязненных почвах не выявлено.

Основным показателем плодородия почв является содержание общего гумуса. Кроме того, оценить степень гумификации почвы (т.е. потенциальное плодородие) можно по соотношению между активностью ферментов класса оксидоредуктаз: полифенолоксидаз и пероксидаз. Чем выше этот показатель, тем интенсивнее проходят процессы гумификации в почве. Ответственным звеном процесса формирования гумусовых веществ является реакция конденсации структурных единиц, которая проходит путем окисления фенолов до хинонов и взаимодействие последних с аминокислотами и пептидами. Ферменты, отвечающие за данные процессы в почвах – пероксидазы и полифенолоксидазы.

Цель работы – оценить влияние мелиорантов на интенсивность гумификации чернозема обыкновенного при загрязнении нефтью.

Объект исследования – чернозем обыкновенный карбонатный. Образцы почвы отобраны из пахотного слоя почвы в июле 2016 г. на территории Ботанического сада ЮФУ. Для изучения процессов ремедиации нефтезагрязненной почвы были выбраны глауконит как природный адсорбент; мочеви́на как источник азота для выравнивания отношения C:N; «Dop-Uni» – бактериальный препарат, содержащий три штамма нефтеразрушающих бактерий родов *Rhodococcus*, *Pseudomonas* и *Candida*) и гумат калия, как источник гуматов и гуминовых веществ.

Загрязнение нефтью было 5 % от массы почвы, длительность эксперимента – 3 суток.

Активность пероксидаз и полифенолоксидаз определяли по Л.А. Карягиной, Н.А. Михайловой (1986). Степень гумификации рассчитывали по соотношению между изменением активности полифенолоксидаз и пероксидаз. Эксперимент ставили 3-х кратной повторности, аналитические определения активности ферментов – в 3–4 кратной повторности.

В результате исследования установлено, что при самостоятельном воздействии «Dop-Uni», глауконита, мочевины наблюдали повышение коэффициента гумификации нефтезагрязненного чернозема на 4, 7 и 5 % выше контроля, соответственно. При комплексном внесении глауконита с мочевиной показано увеличение гумификации на 19 %. При комплексном применении нескольких мелиорантов, наблюдали существенное снижение интенсивности гумификации на 14–38 % от контроля.

Исследование выполнено в рамках проектной части государственного задания в сфере научной деятельности Министерства образования и науки РФ № 6.345.2014/К и государственной поддержке ведущей научной школы Российской Федерации (НШ-9072.2016.11).

Работа рекомендована проф., д.б.н. Т.В. Денисовой.

УДК 332.368

ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ НАРУШЕНИЯ (ЗАГРЯЗНЕНИЯ) ЗЕМЕЛЬ

В.С. Мирошина

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
veramir26@yandex.ru

Оценка общей эффективности мероприятий в сфере сельскохозяйственного землепользования оценивается как совокупность экологической, экономической, социальной и технологической эффективности. В практике оценки эффективности применяется также понятие эколого-экономической эффективности в совокупности с социальной и технологической эффективностью. Для земель, подвергшихся нарушению (загрязнению, захламлению, образованию карьеров или отвалов и др.), требуется определить отрицательную эффективность – ущерб от данных нарушений. Экологический ущерб может быть оценен уровнем превышения предельно допустимых концентраций загрязнителей, ухудшением гидрогеологических параметров территорий, снижением плодородия

сельскохозяйственных угодий, ухудшением качества производимой продукции на таких землях и др. [1, 2].

Цель работы – рассмотреть методики оценки эколого-экономического ущерба от загрязнения земель и определить направление возможного их совершенствования.

Существует опасность загрязнения земель токсикантами промышленного происхождения, тяжелыми металлами, мышьяком, фтором, нефтью и нефтепродуктами, сульфатами, нитратами, бенз(а)пиреном. Источниками загрязнения являются предприятия с промышленными, химическими и другими, потенциально опасными производствами.

Используемые в настоящее время методики определения эколого-экономического ущерба нарушения земель не отвечают требованиям рыночной экономики. В основе расчета размера эколого-экономического ущерба лежат нормативы затрат на освоение земель. Для упрощения расчетов в условиях рыночной экономики предлагается использовать рыночные методы. Это позволит более эффективно использовать земельные ресурсы [4].

Выводы: а) предлагается заменить норматив стоимости освоения земель на рыночную стоимость земель, подвергшихся загрязнению и захламлению (до того, как они были загрязнены или захламлены); б) формула размера предотвращаемого ущерба от загрязнения имеет вид:

$$Y_{\text{прх}}^{\text{п}} = \sum_{i=1}^N (C_{\text{р}} \cdot S_i \cdot K_{\text{э}} \cdot K_{\text{п}}) \cdot K_{\text{хн}},$$

где $C_{\text{р}}$ – рыночная стоимость земель по состоянию до загрязнения; S_i – площадь земель, на которой удалось предотвратить загрязнение химическим веществом i -го вида в отчетном году, га; $K_{\text{э}}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории; $K_{\text{п}}$ – коэффициент для особо охраняемых территорий [3]; $K_{\text{хн}}$ – повышающий коэффициент за предотвращение (ликвидацию) загрязнения земель несколькими (N) химическими веществами.

Литература

1. *Арефьев Н.В., Гарманов В.В., Осипов А.Г.* Ландшафтно-экологическое районирование и мониторинг Северо-Запада России // Журнал «НТВ СПбПУ». – 2003. – № 2. – С. 58–64.

2. *Богданов В.Л., Гарманов В.В., Тимофеева Ю.Р., Терлеев В.В., Баденко В.Л.* Динамика нарушенных земель и качественного состава хвостов на горно-обогатительном комбинате // Сб. докл. конф. «XLIII Неделя науки СПбПУ». – 2014. – С. 34–36.

3. *Временная методика определения* предотвращенного экологического ущерба. Утверждена Госкомитетом Российской Федерации по охране окружающей среды 09 марта 1999 г.

4. Гарманов В.В. Землеустроительное проектирование. – СПб.: СПбГУ, 2016. – 96 с.

Работа рекомендована к.э.н., доц. В.В. Гармановым.

УДК 504.054:631.416

ДЕГРАДАЦИЯ ПОДЗОЛОВ АЛЬФЕГУМУСОВЫХ
И РАЗРУШЕНИЕ НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА
ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

С.А. Михайлов¹, М.С. Бондаренко²

¹Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
им. С.М. Кирова

²БИН им. В.Л. Комарова РАН, smkandaa@gmail.com

Под воздействием техногенных выбросов в атмосферу диоксида серы в сочетании с полиметаллической пылью предприятиями черной и цветной металлургии происходит разрушение наземных экосистем, однако разделить токсический эффект газообразных и твердых поллютантов в этих условиях не представляется возможным. Целью исследования является оценка уровня загрязнения тяжелыми металлами (ТМ) органогенного горизонта Al-Fe-подзола и степени разрушения напочвенного покрова в условиях полевого эксперимента, заложенного в 1992 г. в центральной части Кольского полуострова, где отсутствует аэральное загрязнение.

В период 1992–1997 гг. на поверхность снегового покрова экспериментального участка площадью 0.15 га было внесено 52.8 кг полиметаллической пыли, отобранной с электрофильтров цеха рудной электроплавки комбината «Североникель». Рассыпание полиметаллической пыли привело к пространственно-неравномерному загрязнению Al-Fe-гумусового подзола. В 2016 г. на территории экспериментального участка была заложена 51 учётная площадка размером 50х50 см по градиенту снижения проективного покрытия лишайника *Cladina stellaris*. Проведены геоботанические описания, а также сбор и количественный учет фитомассы.

Для оценки степени биологической доступности и подвижности различных форм ТМ использовали два вида вытяжек: водную и кислотную (1 н. HCl). Содержание ионов Ni, Cu, Co, Cd, Mn, Fe, Zn, Pb в вытяжках определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии в двух повторностях.

Установлено, что содержание Cu, Fe, Zn в водной вытяжке экспериментальных образцов достоверно больше в 6; 2; 2 раза соответственно по сравнению с контрольными (критерий Колмогорова-Смирнова $DN = 0.51-0.99$, $p < 0.001$), содержание Ni, Co, Cd, Pb в водной вытяжке оказалось ниже предела их обнаружения. Концентрации кислоторастворимых форм ТМ в экспериментальных образцах выше, чем в контрольных: Ni – 8; Cu – 18; Cd – 6; Fe – 3; Zn – 2; Pb – 13 раз, за исключением Mn. Порядок убывания концентраций ТМ различается: для экспериментальных образцов $Fe > Cu > Mn > Pb > Ni > Zn > Co > Cd$, а для контрольных – $Fe > Mn > Zn > Pb > Cu > Ni > Cd$.

На учетных площадках экспериментального участка толщина органогенного горизонта достоверно снижается от 2.0–2.5 см в ненарушенном состоянии до практически полного уничтожения на площадках с высокими концентрациями тяжелых металлов. На экспериментальных площадках с увеличением уровня загрязнения подстилки ТМ достоверно снижаются: среднее проективное покрытие (с 92 до 66 %), средняя высота (с 8 до 6 см) и средний общий запас фитомассы (с 737.47 до 252.19 г/м²) мохово-лишайникового яруса.

Корреляционный анализ данных выявил наличие значимых связей между индексом техногенной нагрузки и проективным покрытием мохово-лишайникового яруса ($\rho = -0.68$, $p = 0.000$); между индексом техногенной нагрузки и общим запасом фитомассы мохово-лишайникового яруса ($\rho = -0.71$, $p = 0.000$); между индексом техногенной нагрузки и высотой мохово-лишайникового яруса ($\rho = -0.61$, $p = 0.000$).

Следовательно, высокие концентрации ТМ в органогенном горизонте почвы разрушительно влияют на состояние напочвенного покрова и приводят к деградации Al-Fe-подзолов.

Работа рекомендована д.б.н., в.н.с. И.В. Лянгузовой.

УДК 504.61

ПОДВЕРЖЕННОСТЬ ПОЧВ ДЕГРАДАЦИИ ВБЛИЗИ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

А.С. Мишунина

Томский политехнический университет, sashenbka@yandex.ru

Нефтегазовая отрасль одна из неэкологичных отраслей. Высокая доля аварийности: разливы нефти, поломки инструмента и механизмов, утечка смазочных материалов и топлива приносят в окружающую среду большое количество сторонних элементов, попадающих в почву. Особую опасность представляют углеводороды сырой нефти и нефте-

продуктов, фенолы ПАВ, полимеры и хроматионы, обладающие высокой миграционной способностью.

Сибирский регион обладает большими запасами ресурсов. В ближайшем будущем при росте населения и застройке дальних районов могут возникнуть проблемы при расселении и поиске плодородных почв.

К чему может привести почвенная деградация? Почва связана со многими средами и живыми организмами. В отличие от водных ресурсов при загрязнении которых токсичные элементы могут распространяться на сотни километров, почва накапливает их точечно, но в больших концентрациях. Водный режим в Сибирском регионе развит, при даже незначительных осадках вся система будет задействована в водном круговороте.

Вынос загрязняющих веществ с буровых площадок происходит различными путями, что фиксируется повышенными содержаниями в водных объектах, особенно в болотных экосистемах, таких элементов, как Co, Ni, Mn, Ba, Fe и др., Например, свинец, попадая в почву поглощается растениями, которые употребляют в пищу человек и животные, в том числе и скот, мясо которого также присутствует в нашем меню. От избытка свинца поражается центральная нервная система, головной мозг, печень и почки. Он опасен своим канцерогенным и мутагенным действием. Одно из приоритетных направлений науки биотестирование на живых подвижных организмах, которые могут помочь на простых формах в установлении связи элементов отходов и отклика на организме.

Утилизацию отходов производства производят чаще всего неподалеку от самого производства, захоронение буровых шламов производят непосредственно на участке буровой площадки в земляных и шламовых амбарах при прямом взаимодействии с почвой. Стенки амбара и гидроизоляция дна могут быть повреждены механическим путем или из-за разницы температур, поэтому такой способ утилизации бурового шлама в амбаре не всегда обеспечивает надежную экологическую защиту мест захоронения отходов. Зачастую для ликвидации шламового амбара используют отделение жидкой фазы от шлама, оставшийся буровой шлам засыпают минеральным грунтом, но стоит учитывать содержание в буровом шламе высоких концентраций углеводородов, ПАВ, ТМ в подвижной форме. Большинство площадок добывающих месторождений скрыто для обычного городского жителя и скрыты последствия производственного процесса. Но абсолютно каждый может внести свой вклад, если о нарушениях на производстве или оставленной технике в поле сообщить в природоохранные организации.

Исследование образцов бурового шлама Томской и Тюменской областей показало наличие высокого содержания элементов I и II класса опасности, таких как: As, Pb, Zn, Cu – концентрации которых во много раз превышали ПДК в почве. Анализ проб бурового шлама с нефтяных месторождений проводили методом атомно-эмиссионной спектрометрии с ИСП в лаборатории «Сетевой центр коллективного пользования ТПУ».

Изучение минерального состава необходимая составляющая не только для решения вопроса о дальнейшем способе утилизации отходов или использовании, но и оценки их возможного негативного влияния на окружающую среду.

Работа рекомендована проф. каф. ГЭГХ ТПУ Е.Г. Язиковым.

УДК 631.41, 631.42, 631.45

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ, ДОРОЖНОЙ ПЫЛИ И ТРАВЯНИСТОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛЕБЕДИНСКОГО ГОК

Е.А. Низиенко

Московский Государственный университет имени М.В. Ломоносова,
keti015@yandex.ru

Курская магнитная аномалия (КМА) является крупнейшим в мире железорудным бассейном, а предприятия, использующие её ресурс, имеют важное стратегическое и экономическое значение. ОАО «Лебединский горно-обогатительный комбинат», одно из предприятий, приуроченных к железорудному бассейну, является крупнейшим в России предприятием по добыче, обогащению железистых кварцитов и производству высококачественного сырья для чёрной металлургии и, по оценкам экспертов горнорудной промышленности, наиболее перспективным предприятием железорудной отрасли центрального региона России. Однако разработка полезных ископаемых ведётся открытым способом, что неизбежно ведёт к выбросам пыли в атмосферу и выпадениям загрязняющих веществ в зоне запыления.

В работе показаны результаты исследования территории вблизи от источника загрязнения по маршруту в юго-западном направлении. Показаны результаты измерения валового содержания в почве, дорожной пыли и растительности 26 элементов, а также основных почвенных свойств (ЕКО, pH, содержание гумуса).

В результате проведённых исследований было выяснено, что в почве накапливаются в опасных количествах Ca, Co, Ni, Zn, As, Se, Cd, Tl

и U, в растениях – Al, K, Ca, V, Cr, Fe, Co, Cu, As, Mo, Cd и U. При этом, содержание мышьяка превышает фон и составляет до 4.5 значений ПДК.

У многих элементов явно прослеживается сродство друг к другу.

Однако однозначно судить о влиянии ЛГОКа и близлежащих предприятий на окружающую территорию на данном этапе исследования нельзя. Многие элементы находятся и в почве, и в растительности в низких концентрациях. Учитывая, что земли активно используются в сельскохозяйственных целях, логично предположить, что происходят потери элементов за счёт их ежегодного выноса с урожаем. Атмосферные выпадения, таким образом, несколько компенсируют недостаток микроэлементов в почвах.

Литература

1. *Blair G.J.* Plant nutrition: the need for balance.//Fertilizer'83. Intern. conf. proc., London. – 1983. – Т.1. – p. 17–32.
2. *Broyer T.C. Johnson S.M., Paul R.E.* Some aspects of lead in plant nutrition//Plant and Soil. 1972. Vol.36. p. 301–313.
3. *Алексеев Ю.В.* Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропромиздат, Ленингр. отделение, 1987. 140 с.
4. *Кабата-Пендиас А, Пендиас Х.* Микроэлементы в почвах и растениях / Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. 439 с.
5. *Чаплыгин В.А.* Накопление и распределение тяжёлых металлов в травянистой растительности техногенных ландшафтов нижнего Дона: диссертация на соискание ученой степени к.б.н. – на правах рукописи. – Ростов-на-Дону, 2015. – 192 с.

Работа рекомендована д.б.н., доц. Д.В. Ладониным.

УДК 502.57

УСТОЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ)

С.С. Огородников

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
sir.ogorod@yandex.ru

Существует огромное количество определений понятия «устойчивое развитие». Наиболее удачным кажется следующее «Устойчивое развитие – это развитие, которое не подрывает природную основу существования человека, не ухудшает популяционное здоровье и не разрушает социальные механизмы стабилизации». В 1996 г. в России была принята «Концепция Российской Федерации к устойчивому развитию».

Один из её параграфов посвящен устойчивому развитию регионов России. Концепция предусматривает разработку региональных программ и схем по обеспечению устойчивого развития. Однако за прошедшие 20 лет данная концепция не была реализована. Институт устойчивого развития Общественной палаты РФ и ряд исследователей осуществляли разработку программ устойчивого развития конкретных регионов, но на федеральном уровне эти исследования поддержки не нашли. В ряде субъектов РФ существуют критерии и методики оценки социально-экономического развития, но в них не сделан акцент на устойчивость развития: оценка социальной, экономической и экологической составляющей имеет диспропорции.

Автором проведена оценка потери качества окружающей природной среды и социально-экономического состояния для территории Тульской области, в разрезе муниципальных образований.

Для оценки социально-экономического состояния использовался метод мультикритериальной экономической оценки. Предложена авторская методика определения интегрального показателя социально-экономического состояния. Интегральный показатель определяется на основе оценки пяти блоков: «население», «сельское хозяйство», «инфраструктура», «экономика», «образование и здравоохранение».

Проведенные расчёты показывают, что лучшее положение имеют муниципальные образования, центрами которых являются города, а не посёлки городского типа. Также прослеживается пространственная закономерность: муниципалитеты находящиеся ближе к Туле характеризуются лучшим состоянием, чем муниципалитеты, находящиеся на периферии области.

Оценка качества окружающей природной среды проведена в соответствии с методикой, описанной в монографии «Оценка экологического состояния почвенно-земельных ресурсов региона в зонах влияния промышленных предприятий (на примере Тульской области)». (Добровольский, Яковлев, Макаров и др., 1999).

Проведена оценка состояния физико-географической основы, естественных и антропогенных биоценозов и здоровья населения. В соответствии со сведениями Центра химизации и сельскохозяйственной радиологии «Тульский» на территории Тульской области из 635.6 тыс. га исследованных почв пашни и залежей 479.5 тыс. га – кислые, требующие известкования. Содержание гумуса в почве составляет 4.8 %.

По данным ФГБУ «Тулаагрохимрадиология» в почве сельскохозяйственных угодий загрязненных районов области средневзвешенное содержание радиоактивного ¹³⁷Cs превышает доаварийный уровень в

44–78 раз и составляет 345–701 Бк/кг. Необходимо внесение минеральных и органических удобрений, проведение широкомасштабных противорадиационных мероприятий, в первую очередь, известкования кислых почв и внесения повышенных доз калийных удобрений.

Пространственный анализ полученных картограмм позволяет сделать вывод: территории, имеющие более высокую оценку социально-экономического состояния, характеризуются высоким уровнем потери качества природно-территориального комплекса.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФ (проект № 14-38-00023).

Работа рекомендована д.б.н., проф., зав. каф. «Земельных ресурсов и оценки почв» МГУ имени М.В. Ломоносова А.С. Яковлевым.

УДК 631.4

СПЕЦИФИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ
АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ПОЧВ
ПОДВИЖНЫМИ ФОРМАМИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Г.А. Плахов; С.С. Тагивердиев
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,
germann-1965@rambler.ru

Загрязнение – вид антропогенной деградации почв, при котором концентрации химических элементов превышают предельно-допустимые значения [Мотузова, Безуглова, 2007]. Почвы Ростовской агломерации в большинстве своем испытывают мощную антропогенную нагрузку, что приводит к проявлению новых, ранее несвойственных им признаков. Основными диагностическими признаками можно считать образование урбо-горизонта (урбик) UR и погребение под толщей наносов антропогенного происхождения гумусово-аккумулятивного горизонта [А]. Приурочены данные почвы к промышленным и селитебным зонам городов.

Для отбора проб и последующего выполнения анализа были заложены полнопрофильные почвенные разрезы в селитебных зонах города Ростова-на-Дону и иных субъектов агломерации. Разрез 1401 представлен черноземом урбистратифицированным (урбо чернозем) экранированным карбонатным слабогумусированным мощным глинистым на лессовидном суглинке. Разрез 1404 – это экранированный урбостратозем химически загрязненный на погребенном черноземе темногумусовом бескарбонатном мощном, тяжелосуглинистом на лессовидном суг-

линке (хемозем). Разрез 1405 заложен на экранированном урбостратоземе, залегающем на погребенном черноземе бескарбонатном мощном темногумусовом тяжелосуглинистом на лессовидном суглинке. Разрез 1501 представлен урбостратоземом на погребенном черноземе миграционно-сегрегационном на лессовидном суглинке. Разрез 1503 характеризует реплантозем на скальпированном черноземе миграционно-сегрегационном.

Подвижные формы металлов извлекали аммиачно-ацетатным буфером (рН = 4.8) при соотношении почва–раствор 1:10, с последующим определением на атомно-адсорбционном спектрометре МГА-915. Наиболее показательные данные представлены на графиках.

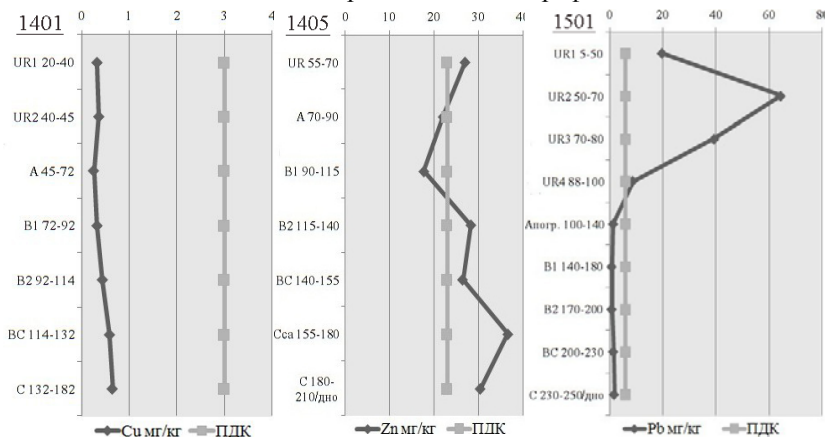


Рисунок. Подвижные формы меди, цинка и свинца в изучаемых разрезах.

Как показали полученные результаты, в целом скопления свинца приходится на урбо-горизонты. Далее по профилю содержание металла снижается. Такое распределение может указывать на источник поступления элемента в почву. Металл может поступать в почву с атмосферными осадками, либо с транспортными выбросами выхлопных газов. Иная картина наблюдается по цинку. Концентрация металла растет вниз по профилю. Превышение ПДК также наблюдается в нижних горизонтах. Необходимо отметить, что в некоторых разрезах высокое содержание цинка наблюдается в поверхностных горизонтах. Распределение по почвенному профилю меди неравномерное и не превышает ПДК.

Исследование выполнено в рамках внутреннего гранта ЮФУ с использованием оборудования ЦКП «Биотехнология, биомедицина и

экологический мониторинг» и ЦКП «Высокие технологии» Южного федерального университета.

Работа рекомендована к.б.н. С.Н. Горбовым и д.б.н., проф. О.С. Безугловой.

УДК 631.485

ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТНЫХ ГОРИЗОНТОВ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ СМЫТОСТИ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НИХ ВОДНЫХ ПОТОКОВ МАЛОЙ ГЛУБИНЫ

О.О. Плотникова^{1,2}

¹Почвенный институт имени В.В. Докучаева, Москва;

²МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва; mrs.plotnikova@mail.ru

Актуальность. Одним из процессов деградации почв Европейской территории России является деградация под действием водной эрозии. В результате процесса ручейковой эрозии происходит изменение и относительное ухудшение физических, химических и морфологических свойств почв, особенно пахотных, так как они более уязвимы и подвержены эрозии.

Цель работы – характеристика свойств материала поверхностных горизонтов пахотных почв после воздействия моделируемых эрозионных процессов.

Объекты исследования – черноземы типичные различной степени смытости (образцы отобраны в Курской области на территории ОНО «ОПХ ГНУ ВНИИЗиЗПЭ»).

Задачи:

1. В модельном эксперименте на большом эрозионном лотке оценить влияние скорости водного потока на средний диаметр агрегатов почвы, как вынесенных потоком, так и отложившихся в русле при разном исходном состоянии образцов (воздушно-сухом и капиллярно-увлажненном).

2. Провести верификацию уравнения транспортирующей способности потоков малой глубины [1].

3. Охарактеризовать микропризнаки сносимого и откладывающегося материала во фракциях, преобладающих в агрегатном составе после размыва на большом эрозионном лотке.

Выводы

1. В модельном эксперименте на большом эрозионном лотке установлено, что средневзвешенный диаметр влекомых агрегатов увеличивается с возрастанием скорости потока, а диаметр отложившихся – уменьшается как при воздушно-сухом, так и при капиллярно-увлажненном исходном состоянии образца.

2. Проведена верификация уравнения применительно к чернозему типичному разной степени смывости. Сопоставление полученных экспериментально и рассчитанных по уравнению значений мутности показало удовлетворительное соответствие. Средняя относительная ошибка по модулю составила 18.0 %, а коэффициент корреляции – 0.89.

3. Для образцов чернозема несмытого и среднесмытого в преобладающих после размыва на большом эрозионном лотке фракциях установлено, что водный поток при низкой скорости выносит прежде всего многопорядковые и наиболее плотные прогумусированные агрегаты (в том числе копролиты), в то время как в русле откладываются обломки агрегатов и отдельные минеральные зерна.

Литература

Гендугув В.М., Кузнецов М.С., Абдулханова Д.Р., Ларионов Г.А. Модель транспорта наносов склоновыми потоками // Вестн. Моск. ун-та. Сер.17, почвоведение. 2007. № 1. С. 35–40.

Работа рекомендована д.б.н., проф. В.В. Демидовым, д.с.-х.н., в.н.с. М.П. Лебедевой.

УДК 631.481

ТЕПЕТАТЕ: ПРИЧИНЫ ЭРОЗИИ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ РЕКУЛЬТИВАЦИИ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОЧВОВЕДЕНИЯ

Л.А. Погосян

МГУ им. М.В. Ломоносова, lilit-tos@yandex.ru

Термин «тепетате» отсутствует во всех официальных почвенных классификациях, это слово взято из науатля, языка ацтеков, и переводится как «каменная кровать». В Мексике этим словом называют широкую группу твердых, плотных или сцементированных горизонтов, сформированных на вулканических отложениях вулканов Центральной Мексики, где они встречаются на территории размером около 30700 км². По классификации WRB они относятся к дуриковому либо фраджиковому горизонтам (Фраджипен и Дурипен в Soil Taxonomy). Присутствие тепетате в почвенном профиле ограничивает рост корней и

препятствует вертикальному току влаги за счет высокой плотности и низкой порозности этого горизонта. Таким образом, в профиле превалирует латеральный ток влаги, что способствует быстрому развитию эрозии. Если вышележащие горизонты А и В имеют достаточную мощность, то они могут обеспечить необходимые для роста растений влажность, запас органического вещества и пространство для роста корней. Однако в том случае, когда появляется фактор, способствующий развитию эрозии, как например удаление естественного растительного покрова, культивация, распашка, верхние почвенные горизонты очень быстро уничтожаются, и тепетате оказываются на поверхности. В результате развиваются бедленды в виде глубоких оврагов с очень низкой плодородностью и практически не поддающиеся рекультивации.

Объектом нашего исследования стал опорный почвенно-тефровый разрез Тлалпан, расположенный в штате Тласкала Мексики. В результате антропогенной нагрузки в этом месте сформировался большой овраг, или барранка. Вершина барранки – ее головка, где располагается опорный разрез, лежит на высоте около 2620 м над уровнем моря ($19^{\circ}27'58,7''$ северной широты и $98^{\circ}18'33,3''$ восточной долготы). Разрез представлен маломощной современной почвой, под которой располагаются первая палеопочва, тепетате TG1, вторая палеопочва с вертикальными горизонтами, тепетате TG2 и TP1. В данной работе основное внимание мы уделяем тепетатам TG1, TG2 и контактирующим с ними горизонтами первой палеопочвы (Bca) и второй (Bss). Этот разрез ранее был подробно изучен немецкими учеными, и основной гипотезой формирования считалась цементация кремнеземом. Эта гипотеза не подтверждается, так как если поместить фрагмент тепетате в воду, то он теряет свою структуру примерно за 2 минуты, что говорит об отсутствии цементации и заставляет нас использовать другую гипотезу для объяснения их генезиса. При помощи методов изучения ненарушенного образца, таких как микроскопирование шлифов и компьютерная томография, мы обнаружили, что высокая плотность тепетате во многом объясняется структурной организацией илестых частиц и вероятнее всего тепетате были сформированы процессом гидроконсолидации или схожим с ним. Например, тепетате можно было бы объяснить как педоседимент, образовавшийся в результате эрозии и переотложения почвенного материала, за счет чего произошло его смешивание со свежей тефрой. В дальнейшем этот смешанный материал подвергся процессу гидроконсолидации, описанный как один из возможных способов формирования фраджипена. Перенос материала в потоке с высокой концентрацией приводит к структурному сжатию и уплотнению, особенно в случае быстрого высыхания.

Таким образом, тепетате, как горизонт, сформировавшийся при участии илистой фракции, а не аморфного кремнезема, легко подвергается эрозии в сезон дождей. Тепетаты могут быть рекультивированы при грамотном разуплотнении и вносе органического вещества.

Работа рекомендована д.б.н., проф. П.В. Красильниковым.

УДК 631.41

АККУМУЛЯЦИЯ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В ПОЧВАХ ТЕРРИТОРИИ С МНОГОЛЕТНИМ АНТРОПОГЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

А.С. Саламова, С.Н. Сушкова, Т.М. Минкина, И.Г. Дерябкина (Тюрина)

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,

lika-FOB@yandex.ru

Главным маркером загрязнения почв полициклическими ароматическими углеводородами, подлежащим обязательному контролю во всем мире, является бенз(а)пирен (БаП), канцероген и мутаген 1 класса опасности. В Ростовской области Главным предприятием энергетической отрасли по количеству атмосферных выбросов является филиал ОАО "ОГК-2" Новочеркасская ГРЭС (НчГРЭС). Ежегодный объем выбросов НчГРЭС составляет более 90 тысяч тонн в год, из них около 10 % приходится на долю ПАУ.

Исследования проводимые с 2000 года описывают состояние заложённых на разном удалении от зоны эмиссии (1–20 км) площадок, подверженных влиянию выбросов. Из 12 площадок № 1, 2, 3, 5, 6, 7, 11, 12 расположены вокруг НчГРЭС в радиусе 1–3 км, а площадки № 4, 8, 9, 10 распределены в соответствии с розой ветров по линии «генерального направления». Образцы почвы отбирались с глубины 0–5 и 5–20 см ежегодно в период с 2008 по 2015 гг. В отобранных образцах почв и растений определяли БаП методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на жидкостном хроматографе (Agilent 1260, 2014). Почвенные образцы отбирались и подготавливались для химического анализа в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.4.02-84 (ГОСТ 17.4.4.02-84, 1984). Извлечение БаП из почв и растений исследуемых объектов проводилось методом экстракции гексаном (Ярошук и др., 2003).

Таким образом, тенденции накопления БаП в почвах мониторинговых площадок, расположенных вокруг НчГРЭС, на протяжении многих лет остаются преимущественно неизменными. Территория распространения наиболее густого дымового шлейфа, содержащего максимальное количество БаП составляет до 20 км в северо-западном направ-

лении, а основной объем выбросов предприятия приходится на территорию в радиусе до 5 км.

Работа выполнена при поддержке Гранта Президента РФ № МК-3476.2017.5, РФФИ № 16.35.60051, 16-35-00-347.

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.А. Бирюковой.

УДК 631.4

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЗЕМЕЛЬ ЛЕСНОГО ФОНДА В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОЙ НЕФТЕДОБЫЧИ ТАЁЖНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А.В. Солдатова

Нижевартовский государственный университет,
alena-soldatova0@rambler.ru

За 55-летний период освоения и развития нефтедобывающего комплекса на территории Западной Сибири появились огромные площади нарушенных лесных земель с трансформированным (видоизмененным) почвенным покровом. Нарушение земель и трансформация почвенного покрова возникают в результате разработки и оборудования кустовых и буровых площадок, шламовых амбаров, прокладки нефтепроводов, водоводов, магистральных сооружений, разработки сухих и водных карьеров, подтопления лесов по причине изменения гидрологического режима поверхностных и грунтовых вод, усугубляются эти нарушения нефтяными загрязнениями земель лесного фонда. Оценка ущерба, причиненного окружающей среде техногенными воздействиями нефтедобывающей промышленности должно обязательно предусматривать анализ природных компонентов и трансформацию почвенного покрова.

Изучение качественных характеристик свойств почв, изменение их свойств и трансформация почвенного покрова, является неотъемлемой частью мониторинга окружающей среды и рационального управления земельными ресурсами. Особенно актуально исследование для территории таёжной зоны Западной Сибири, где интенсивно используются земли лесного фонда под инфраструктуру нефтедобывающей промышленности. Как известно из некоторых исследований, проведенных М.А. Глазовской [1], Н.П. Солнцевой, Ю.И. Пиковским [2], и др., почвы таёжной зоны обладают слабым потенциалом к восстановлению после техногенных воздействий. Исследование трансформации почвенного покрова и качественных характеристик различ-

ных типов почв определит потенциальные возможности устойчивости почв к техногенным воздействиям, а их пространственное размещение и определение станет основой для управления земельными ресурсами.

В ходе исследования используются следующие методы: гранулометрический состав почв по методу Качинского, определение гумуса по методу Тюрина, емкость катионного обмена спектрографическим методом, почвенно-картографический метод на ГИС-основе, метод полевого обследования ключевых площадок.

Проведенные исследования показали, что наиболее трансформирован почвенный покров на болотных угодьях земель лесного фонда, где сформированы торфяные олиготрофные почвы. Содержание общего углерода в торфяных олиготрофных почвах 82 %. Поверх торфяных почв, при сооружении инженерных объектов нефтедобычи конструируются техногенные поверхностные образования – литостраты песчаного состава, в которых результат органического углерода является минимальным — 0.81 %. Таким образом, происходит утрата органического углерода и трансформация почвенных ресурсов по углероду происходит на 90 %.

Таким образом, расположенные техногенные объекты в пойме и на болотах наносят больший вред природным ландшафтам. Результаты проведенной работы должны стать основой при составлении проектов строительства и обустройства месторождений добычи нефти, при расчете кадастровой оценки объектов недвижимости, земель лесного фонда и планировании арендных участков.

Литература

1. Глазовская М.А. Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям. М., 1997. 101 с.

2. Солнцева Н.П., Пиковский Ю.И. Геохимическая трансформация дерново-подзолистых почв под влиянием потоков нефти // Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состояние экосистем. М.: Наука. 1981. С. 149–154.

Работа рекомендована к.г.н., доц. Е.А. Коркиной.

НЕФТЕПРОДУКТЫ И ЛЕГКОРАСТВОРИМЫЕ СОЛИ В БОЛОТНЫХ ПОЧВАХ СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ (НА ПРИМЕРЕ САМОТЛОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

К.И. Сорокина

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
sorokina_kseny@mail.ru

Среднее Приобье, как регион лидирующий по объемам нефтедобычи в России, является одним из самых нефтезагрязненных регионов страны в связи с большим количеством аварийных разливов нефти. Наибольшие по площади и степени проявления изменения природных систем приурочены к месторождениям, разработка которых ведется несколько десятков лет. Одним из таких месторождений является Самотлорское месторождение, в пределах территории которого доминирующее положение занимают болотные ландшафты. В результате нефтезагрязнения в болотных почвах происходят глубокие изменения морфологических, физико-химических и микробиологических свойств, приводящие к деградации болотных ландшафтов в целом. Поскольку для восстановления болотных ландшафтов требуются десятки лет, а их рекультивация часто приводит к еще более необратимым последствиям, исследования нефтезагрязненных болотных почв нефтесодержащих месторождений являются актуальными.

Целью данной работы являлся анализ основных закономерностей изменения болотных почв в районах нефтедобычи (на примере Самотлорского месторождения). Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

- выделить основные источники загрязнения в пределах территории исследования;
- проанализировать изменение свойств болотных почв, связанных с разливами сырой нефти и пластовых вод;
- выявить тренды изменения свойств разновозрастных загрязненных почв по составу нефтепродуктов и легкорастворимых солей.

Результаты. Исследование степени трансформации почв и почвенного покрова, а также распределения нефтепродуктов и легкорастворимых солей в техногенных почвах при разновозрастных разливах на территории Самотлорского нефтяного месторождения позволило сформулировать некоторые выводы. Нефтезагрязнение болотных почв Среднего Приобья приводит к битуминизации верхней торфяной толщи и образованию нефтяной прослойки на границе органогенного и глеевого горизонта вследствие наличия в почвах органогенного барье-

ра-аккумулятора и барьера-экрана в виде глеевого горизонта. Трансформация химических свойств проявляется в подщелачивании: слабокислая реакция среды меняется на нейтральную и слабощелочную (сдвиг pH на 1.5–2 единицы), увеличивается содержание легкорастворимых солей с 0.005 % до 0.1–0.2 %. Максимальные концентрации нефтепродуктов приурочены к органогенному олиготрофно-торфяному горизонту болотных почв: спустя год после загрязнения в исследуемых почвах остаточное содержание нефтепродуктов достигает 260 000 мг/кг (превышение ПДК в 4 раза), что соответствует очень высокому уровню загрязнения. Спустя 15 лет после загрязнения высокий уровень загрязнения сохраняется и составляет 200 000 мг/кг (превышение ПДК в 3 раза). В результате улетучивания и аэробного окисления нефтяных компонентов под действием микроорганизмов на поверхности почвы со временем происходит накопление высокосмолистых фракций нефти в верхней части профиля с сохранением более легких фракций типа масел с незначительным содержанием смолистых компонентов в нижней части профиля болотных почв. Радиальная миграция нефтепродуктов в болотных почвах преобладает над латеральной, и основные ореолы загрязнения приурочены к аварийным разливам поллютантов. В глеевых почвах, наоборот, латеральная миграция преобладает над радиальной ввиду насыщенности водой глеевых горизонтов, их слабой пористостью и проницаемостью, и происходит увеличение площади разлива. При загрязнении сырой нефтью со временем происходит смена хлоридно-натриевого засоления на гидрокарбонатно-хлоридно-натриевое. Содержание легкорастворимых солей уменьшается с 0.1–0.2 % до 0.03 %–0.04 %. Исследования выявили, что скорость рассоления почв выше по сравнению со скоростью миграции нефти, их границы в профиле почв не совпадают вследствие значительного количества осадков.

Работа рекомендована с.н.с. каф. геохимии ландшафтов и географии почв географического факультета МГУ, к.г.н. Т.А. Пузановой.

DYNAMICS OF SOIL BIOLOGICAL ACTIVITY UNDER
THE INFLUENCE OF PAHs CONTAMINATION
FROM ANTROPOGENIC SOURCESS.N. Sushkova¹, T.M. Minkina¹, R. Kizilkaya², A.S. Salamova¹,
I.G. Deryabkina (Turina)¹, E.M. Antonenko¹¹Southern Federal University, Rostov-on-Don, snsushkova@sfedu.ru²Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey, ridvank@omu.edu.tr

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are one of the most significant environmental contaminants with mutagenic and carcinogenic properties to all living organisms. The changes in microbial community structure in technogenic polluted soil may be used as tools for predicting and monitoring natural degradation and for search the most effective and appropriate pathways of bioremediation. The present study is aimed to research the biological activity of the soil in the emission zone of Novocherkassk Power station (NPs) (Russia) polluted by PAHs in 2015. The NPs is one of the largest thermal power stations in the south of Russia burning low-quality coal appurtenant the enterprises of I hazardous class. Monitoring plots were located on virgin or no-till fallow areas and not subject to the sanitary-protection zone of the NPs. Soil samples were taken from a depth of 0 to 20 cm, because the major part of PAHs are accumulated in the surface soil layer. The soils of the plots mainly include Chernozems Calcic (plots 1, 4, 5, 7, 9 and 10), Phaeozems Haplic (plots 3, 6, 8 and 11) Fluvisols Umbric (plots 2 and 12). In the soil of 12 monitoring plots located around NPs there were determined the main enzymes, abundance of soil bacteria and 17 priority PAHs. PAHs extraction from soil was performed by new developed ecologically clean method of subcritical water extraction without organic solvents (Sushkova et al., 2015). The level of PAHs around NPs is high at the nearest to factory monitoring plots situated at distance 1.0–1.2 km and reaches from 1600.1 ± 14.7 up to 373.6 ± 7.1 mkg/kg in the 20-cm soil layer. Gradually decrease of PAHs contamination is observed while increasing the distance from the NPs. The level of high-molecular PAHs (4–6 aromatic rings) exceeds the level of low-molecular (2–3 aromatic rings) PAHs in all monitoring plots situated though the prevailing wind direction from NPs. The close correlations were found between PAHs content and biological activity parameters in the monitoring plots situated through the prevailing wind direction from NPs. Level of dehydrogenases has high positive correlation with technogenic accumulated biphenyl, acenaphthene and negative correlation with anthracene content in studied soil. The low-molecular PAHs content of soil influenced activity of dehydrogenises positively. Urease activity of monitoring plots has

a high positive correlation with 12 PAHs exclude biphenyl, benzo(a)anthracene, naphthalene. Negative dependence of urease activity was observed for low-molecular PAHs. The abundance of soil bacteria has a negative correlation with PAHs level. Anthracene has no correlations with abundance of soil bacteria and negatively influences on dehydrogenase, urease. Thus, the most subjected to technogenic pollution in 2015 were monitoring plots situated through the prevailing wind direction from NPs. It was established that ratio of low-and high-molecular PAHs content in soils of monitoring plots is the indicator of technogenic pollution soils. Contamination by PAHs in the affected zone has negative influence at the abundance of soil bacteria. The most number of PAHs has positive correlation with biological activity parameters of soil.

The research supported by the Grant of President of Russian Federation MK-3476.2017.5, RFBR no.16-35-60051, 16-35-00347.

The work is recommended by Prof. Dr. Olga Birukova.

УДК 631.43

ОЦЕНКА ДЕГРАДАЦИИ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ РОСТОВСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

С.С. Тагивердиев

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, 2s-t@mail.ru

В последнее время растет актуальность исследования урбозем, в том числе и почв, как одного из основных компонентов любой экосистемы. В нашем исследовании мы проводили оценку деградации физических свойств почвенного покрова в условиях урбанизации. Изучали в различных функциональных зонах агломерации плотность сложения почв методом режущих колец и их структурное состояние методом Савинова (сухое, мокрое просеивание) с оценкой результатов по шкале Долгова-Бахтина.

Среднее значение плотности сложения погребенных гумусово-аккумулятивных горизонтов А урбистратифицированных черноземов составляют 1.5 г/см^3 , что для нативных черноземов обычно соответствует горизонту В, вероятно, сказывается уплотняющее действие перекрывающей толщи. Степень деградации оценивается по четырех балльной шкале как 3. Компостно-гумусовые горизонты (RAT) реплантоземов имеют наивысшую плотность сложения, так как эти почвы приурочены к селитебным зонам районов многоэтажной застройки, где поверхностные горизонты испытывают повышенный трафик, являющийся причиной регулярного антропогенного переуплотнения. Уровень дегра-

дации изученных реплантоземов по этому показателю равен 4. Таким образом, в черноземах лесопарковых территорий наблюдается тенденция к повышению плотности горизонта А по сравнению с залежными черноземами, а в погребенном горизонте А урбистратифицированных черноземов, и в реплантоземах плотность сложения на статистически значимую величину выше, чем в старопахотной почве.

По результатам исследования сухого просеивания зафиксировано, что структура экранированных урбостратоземов по всему погребенному профилю оценивается как удовлетворительная. Доля фракции размером более 10 мм преобладает, особенно в урбогоризонтах, а в верхней гумусированной части погребенного профиля резко снижается. Распределение пылевой фракции (агрегатов размером менее 0.25 мм) совпадает с глыбистой. Уплотнение, сопровождающее урбопедогенез, способствует увеличению этих фракций. В некоторых изученных естественных почвенных разностях в пределах урболандшафтов также наблюдается высокое содержание глыбистой фракции. Тем не менее, при сравнении закономерность прослеживается четко: в целом урбостратоземы отличаются низким качеством структуры по сравнению с нативными почвами.

Залежные черноземы характеризуются высоким содержанием агрономически ценных агрегатов, но вниз по профилю величина этого показателя резко снижается. В этих почвах распределение структурных фракций на уровне горизонтов более равномерное с преобладанием мелкозернистых агрегатов. В почвах парков и лесопарков сумма агрономически ценных фракций такая же высокая, как и в дерновых горизонтах естественных почв Ростовской агломерации.

Мокрое просеивание показало, что самый высокий показатель водопрочности наблюдается в почвах под древесной растительностью, это определяется особенностями водно-воздушного режима и связанной с ним высокой биологической активностью.

Урбопедогенез способствует постепенной деградации водопрочных агрегатов, что обосновано рядом причин: снижением биологической активности, уменьшением поступления органического вещества в почвы, механическим разрушением агрегатов и уплотнением влажной почвы.

Исследование выполнено в рамках внутреннего гранта ЮФУ с использованием оборудования ЦКП «Биотехнология, биомедицина и экологический мониторинг» и ЦКП «Высокие технологии» Южного федерального университета.

Работа рекомендована д.б.н. проф. О.С. Безугловой, к.б.н., в.н.с., С.Н. Горбовым.

УЯЗВИМОСТЬ СТРУКТУРЫ ЦЕЛИННОГО
И ПАХОТНОГО ЧЕРНОЗЁМА

В.С. Хачатрян

Белгородский государственный национальный исследовательский
университет, 1069037@bsu.edu.ru

Традиционными показателями, используемыми для характеристики структуры почвы, являются содержание глыб, пыли, агрономически ценных фракций (АЦФ), коэффициент структурности, содержание водопрочных агрегатов размером >0.25 мм, коэффициент водопрочности. Для характеристики распределения агрегатов по размерам одним параметром используются средневзвешенный диаметр агрегатов ($СВД$) и средневзвешенный диаметр водопрочных агрегатов ($СВДв$). Для характеристики угрозы разрушения отдельных фракций почвенной структуры водой некоторые авторы используют коэффициент уязвимости структуры. Он рассчитывается достаточно просто, поэтому мы решили применить его для обобщенной характеристики почвенных фракций, выделяемых при сухом просеивании. В этом случае формула для расчета имеет вид:

$$K_y = СВД / СВДв.$$

Объектами исследования служили почвы двух разрезов, один из которых был заложен на территории заповедного участка «Ямская степь» (целинный чернозем), а другой – на пашне вблизи границы заповедника (пахотный чернозём). Обе почвы относились к черноземам типичным карбонатным перерытым тяжелосуглинистым на лессовидных суглинках. Отбор образцов проводился в трехкратной повторности. Определение структурно-агрегатного состава и водопрочности структуры производилось по методике Н.И. Саввинова.

Размах варьирования $СВД$ составил: для целины – 4.2–8.8 мм (в среднем, 5.9 мм), для пашни – 4.9–10.7 мм (в среднем, 8.0 мм), что соответствует существующим представлениям об увеличении глыбистости пахотных почв. Анализ водопрочности структуры показал, что в целинном черноземе размах варьирования $СВДв$ составил 0.2–2.2 мм (в среднем, 1.0 мм); в пахотной почве $СВДв_{min}$ – 0.2–1.3 мм (в среднем, 0.8 мм).

Для целины размах варьирования K_y составил 2.6–22.3 (среднее значение – 8.5); для пашни – 5.0–31.4 (среднее значение – 14.9). Минимум параметра (K_y) отмечен в поверхностном горизонте целинного чернозема и на глубине около 40 см в пахотном, а максимум – в почвообразующей породе. Установлено, что в слое 0–30 см среднее значение K_y в

целинном черноземе составляет 3.1; в пахотном – 7.3; коэффициент варьирования равен 17–18 %, и с вероятностью 95 % можно утверждать, что уязвимость структуры пахотного чернозема выше ($HCp = 1.0$; $d = 4.2$).

Для оценки степени уязвимости структуры представляется возможным разделить всю совокупность полученных значений K_y на 3 группы:

1. $K_y < 4$, что свидетельствует о низкой угрозе разрушения почвенной структуры водой. Таких образцов во всей выборке встретилось 15 %. Они характеризуют дернину и верхнюю часть гумусового горизонта целинного чернозема;

2. $4 \leq K_y \leq 10$ – 45 % всех значений. Преобладают в нижней части гумусового профиля целинного чернозема, в пахотных и подпахотных горизонтах пахотного чернозема, свидетельствуют о повышенной угрозе разрушения почвенной структуры водой;

3. $K_y > 10$ – 40 % образцов, среди которых представлены горизонты, переходные к породе или почвообразующие породы. Такие значения свидетельствуют об очень высокой угрозе разрушения почвенной структуры водой.

Таким образом, использование коэффициента уязвимости структуры позволило наглядно увидеть особенности трансформации структурно-агрегатного состояния чернозема при вовлечении его в распашку.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Л.Л. Новых.

УДК 631.41+577.34(075.8)

ПРОТИВОЭРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА УНИКАЛЬНЫХ ПОЧВ,
РАЗВИТЫХ НА КАРБОНАТНЫХ ГОРНЫХ ПОРОДАХ
ПРИМОРСКОГО КРАЯ (НА ПРИМЕРЕ ГОРЫ «ЗМЕИНАЯ»)

А.И. Хохлова

Дальневосточный федеральный университет, Владивосток,
sunny.canya@mail.ru

В почвенном покрове Приморского края, наряду с широко распространенными буроземами типичными, определенное место занимают почвы, развитые на карбонатных горных породах: буроземы темные остаточно-карбонатные, развитые в условиях влияния муссонного климата Приморского края.

Цель работы: оценить противоэрозионную устойчивость уникальных почв, развитых на карбонатных горных породах Приморского края.

Объект исследования: объект – 1: бурозёмы темные остаточно-карбонатные мелкие глубоко карбонатные сильно скелетные и объект – 2: бурозёмы темные остаточно-карбонатные средне мелкие среднекарбонатные сильноскелетные. Объект – 1: АУ (2–17 см) черно-коричневого цвета, рыхлый, зернисто-мелкокомковатой структуры, свежий, пронизан корнями диаметром 0.1–17 мм, переход в нижележащий горизонт заметный; ВМ_{Ca} (17–42 см) рыже-коричневого цвета с оранжевым оттенком, свежий, рыхлый, ореховато-комковатой структуры, много корней различного диаметра, переход в нижележащий горизонт постепенный; С_{Ca} (42 см и ниже) рыже-коричневого цвета с оранжевым оттенком, свежий. Объект – 2: АУ (0–33 см) черный с коричневым оттенком, рыхлый, зернисто-мелкокомковатой структуры, свежий, пронизан корнями диаметром 0.2–16 мм, переход заметный; ВМ_{Ca} (33–54 см) рыже-коричневого цвета с оранжевым оттенком, свежий, рыхлый, ореховато-комковатой структуры, много мелких корней, переход постепенный; С_{Ca} (54 см и ниже) рыже-коричневого цвета с оранжевым оттенком, свежий. Все горизонты двух объектов вскипают при обработке 10 %-ным раствором HCl.

По гранулометрическому анализу выявили, что объект – 1 относится к опесчаненной супеси. Максимум частиц приходится на фракцию песка мелкого (44 %), минимум частиц содержится в илистой фракции (2 %). В микроагрегатном анализе максимум частиц содержится во фракции мелкого песка (52 %), а минимум частиц приходится на илстую фракцию (1 %). Объект – 2 по гранулометрическому составу относится к легким суглинкам. Максимум частиц приходится на фракцию мелкого песка (39 %), минимум частиц содержится в илистой фракции (3 %). В микроагрегатном составе максимум частиц приходится на фракцию мелкого песка (39 %), минимум частиц содержится в илистой фракции (1 %). На основе гранулометрического и микроагрегатного составов была дана оценка структурного состояния и противозерозионная устойчивость почв, развитых на карбонатных горных породах. Данные показали, что карбонатные почвы исследуемых объектов обладают по всему профилю слабо водопрочной структурой (от 25 до 33 %), низкой степенью агрегированности (от 2 до 6 %), незначительной способностью к оструктуриванию (от 8 до 35 %) и низкой противозерозионной стойкостью (0.2–1.1 %).

Проведенные анализы физико-механических свойств показали, что бурозёмы темные остаточно-карбонатные мелкие глубоко карбонатные сильно-скелетные и бурозёмы темные остаточно-карбонатные средне мелкие глубоко карбонатные сильно скелетные обладают низкой противозерозионной стойкостью. Следовательно, способность противостоять смывающему действию дождя и потоку в почвах слабая.

Работа рекомендована к.б.н., ассистент А.В. Брикманс.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЦЕЛИННЫХ
ПОЧВАХ «ЯМСКОЙ СТЕПИ» В СВЯЗИ С ОСОБЕННОСТЯМИ
РАЗМЕЩЕНИЯ УЧАСТКА

Е.Г. Чуйкова

Белгородский государственный национальный исследовательский
университет, kat.amplificus@gmail.com

Единственным в мире сохранившимся участком южного варианта луговых степей в сочетании с дубравами на мощных черноземах является участок заповедника «Белогорье» – Ямская степь. Его существование очень важно для установления закономерностей функционирования наземных экосистем лесостепной зоны. Участок подвергается воздействию горнодобывающего предприятия, т.к. на расстоянии 1–2 км находятся отвалы и хвостохранилище Лебединского ГОКа. Пыление, характерное для таких техногенных объектов, может привести к изменению геохимических свойств целинных черноземов, вследствие чего они перестают выполнять эталонную функцию.

Целью работы являлось выявление изменения геохимических свойств черноземов заповедного участка в связи с близким расположением объектов горнорудного предприятия. В соответствии с геохимическими особенностями содержимого хвостохранилища мы исследовали профильное распределение в целинном типичном черноземе силикатов, железа, кальция. Одновременно изучался пахотный чернозем, расположенный в 50 м ближе к «объекту-загрязнителю», т.е. хвостохранилищу. Анализ элементного состава проводили на рентгенофлуоресцентном спектрометре СПЕКТРОСКАН МАКС–GV.

Установлено, что содержание SiO_2 в целинной почве изменялось в пределах от 56 % до 65 %, а в пахотной – от 60 % до 68 %. Намечается тенденция повышения содержания оксида кремния в поверхностном горизонте целинного чернозема. В слое 0–30 см содержание SiO_2 в пахотном черноземе (67.1 %) достоверно выше, чем в целинном (61.7 %). Варьирование показателей низкое – 6 % и 4 %, соответственно.

Для распределения в профилях CaO характерен грунтово-аккумулятивный тип, однако намечается тенденция увеличения показателя в поверхностных горизонтах обеих почв. Доказательством поступления кальция в составе карбонатной пыли служит установленное нами ранее подщелачивание поверхностных горизонтов целинных почв исследуемого участка. Установлено, что в слое 0–40 см среднее содержание CaO составляет 1.58 % в целинном черноземе и 1.76 % в пахотном.

При низком варьировании – 11 % и 7 %, соответственно, – различия оказались достоверными.

Обнаружен интересный факт в распределении общего железа. В пахотном черноземе профильное распределение элемента близко к недифференцированному, а в целинном черноземе – к элювиально-иллювиальному, т.е. минимум в верхнем горизонте (3.05 %) сменяется максимумом в средней части профиля (3.42 %). Вследствие такого распределения на глубине 20–100 см содержание общего железа в целинном черноземе составляет 3.40 %, а в пахотном – 3.06 %. Низкое варьирование – 1 % и 5 %, соответственно, – позволяет доказать достоверность повышенного содержания общего железа в целинном черноземе на указанных глубинах. Низкое содержание железа в поверхностном горизонте целинного чернозема говорит о том, что загрязнения соединениями железа не наблюдается.

Содержание свинца в исследуемых почвах в целинном черноземе изменялось от 25 до 14 мг/кг, в пахотном – от 21 до 12 мг/кг. Предполагается тенденция увеличения содержания Pb в верхнем слое целинного чернозема. Доказано достоверное превышение содержания Pb в слое 40–120 см в целинной почве (21.4 мг/кг) по сравнению с пахотной почвой (16.1 мг/кг). Предполагаемая тенденция может быть связана с тем, что работы проводились на участке косимой степи.

Таким образом, близкое размещение техногенных объектов приводит к поступлению на поверхность целинных почв силикатов и карбонатов кальция.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Л.Л. Новых.

УДК 631.41

ПОДВИЖНЫЕ ФОРМЫ МЕТАЛЛОВ
В ПОЧВАХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН
Д.Е. Шамаев

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, г. Казань,
ds1991n@gmail.com

В экологических и санитарно-гигиенических исследованиях при анализе распределения в почвах таких приоритетных загрязняющих веществ как тяжелые металлы (ТМ) основной упор обычно делается на валовые их формы, извлекаемые теми или иными экстрагентами. Содержанию подвижных (доступных) форм соединений ТМ уделяется существенно меньше внимания, хотя именно они представляют наибольшую потенциальную опасность для окружающей среды при усло-

вии их сверхнормативного накопления в почвах, так как представлены миграционно активными соединениями. Содержание в почвах ряда подвижных форм ТМ, извлекаемых ацетатно-аммонийным буфером (ААБ) с pH 4.8, нормируется, однако не менее важным элементом системы оценки уровня загрязнения почв, принятой в РФ, является определение фоновых концентраций металлов, учитывающих региональную геохимическую специфику территорий. Для установления регионального фона подвижных форм ТМ в почвах Республики Татарстан (РТ) в 2013–2014 гг. были проведены полевые исследования почвенного покрова, включающие определение валовых и подвижных (ААБ) форм металлов. Общий объем выборки составил более 1200 проб, что позволило составить объективное представление о среднем содержании и вариабельности подвижных форм металлов и изменении степени их подвижности в почвах республики.

В результате статистической обработки данных рассчитано среднее содержание подвижных форм ТМ и величина их относительной подвижности (доля подвижной формы от валового содержания) (табл.). Почвы северной части республики – Предкамья отличаются накоплением подвижных форм меди, цинка, марганца и железа. Доминирующие здесь дерново-подзолистые и серые лесные почвы характеризуются кислой реакцией среды, при которой соединения ТМ, менее прочно связанные с органо-минеральной матрицей почв, переходят в геохимически активные и доступные для растений формы. Считается, что содержание последних адекватно количествам, извлекаемые из почв ААБ. В почвах Предволжья отмечено низкое содержание подвижного Ni.

Таблица. Содержание подвижных форм ТМ в почвах РТ, мг/кг

Регион	Cd	Pb	Co	Cu	Ni	Zn	Cr	Mn	Fe
Абсолютное содержание, мг/кг									
Предкамье	0.08	0.83	0.10	0.22	0.68	1.30	0.20	20.77	7.81
Предволжье	0.08	0.72	0.07	0.17	0.49	0.63	0.11	14.18	2.19
Закамье	0.07	0.83	0.11	0.12	0.74	0.39	0.21	38.91	3.09
<i>В среднем по РТ</i>	0.07	0.81	0.10	0.15	0.71	0.68	0.19	30.77	3.65
% подвижности									
Предкамье	19.0	8.1	0.9	1.6	3.0	3.3	0.8	4.1	0.05
Предволжье	23.7	6.0	0.5	1.0	2.2	1.6	0.4	2.8	0.01
Закамье	19.0	6.8	1.1	0.5	1.6	0.9	0.7	5.1	0.02
<i>В среднем по РТ</i>	19.6	6.9	0.9	0.8	2.0	1.7	0.7	4.7	0.02

По увеличению величины относительной подвижности металлы можно расположить в следующий ряд: $Fe < Cr < Cu < Co < Zn < Mn < Pb < Cd$. Кадмий и свинец, наиболее токсичные металлы 1 и 2 классов опасности, отличаются максимальными значениями подвижности в почвах, что необходимо обязательно учитывать при формировании программ мониторинга почвенного покрова на региональном уровне.

Работа рекомендована к.б.н. Д.В. Ивановым.

УДК 631.4

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СВОЙСТВ СЕРОГУМУСОВЫХ ГОРИЗОНТОВ ПОЧВ СКЛОНОВ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Ю.Э. Юркова

Томский государственный университет, Yurkovayulya@mail.ru

В настоящее время, широко распространено мнение о негативном антропогенном влиянии человека на окружающую среду. Но интенсивное преобразование природы связано не только с деятельностью «индустриального» человека, но и человека «крестьянского типа», под воздействием которого еще с давних времен происходило видоизменение природных комплексов. Однако значительная роль крестьянского природопользования в динамике экосистем, а особенно его влияние на почвы Западной Сибири, изучено слабо. Вариабельность свойств гумусовых горизонтов может быть результатом бывшего сельскохозяйственного освоения человеком данных мест, а именно, использование территорий под выпас скота, пашни и сенокосы, а также рубки леса.

Целью работы явилось изучение генезиса вариабельности свойств серогумусовых горизонтов почв склонов предгорной подтайги юго-востока Западной Сибири. Объекты исследования расположены в центральной части Ларинского заказника, расположенного в предгорной подтайге юго-востока Западной Сибири (юг Томской области).

Параллельно с маршрутным отбором проб серогумусовых горизонтов проводили измерение параметров рельефа (крутизна, экспозиция и поперечная форма). Изучены некоторые физико-химические и морфологические свойства гумусовых горизонтов на склонах различной крутизны и экспозиции, под рядом экосистем, испытывавших в прошлом различные типы и интенсивность воздействия крестьянского населения. В качестве объектов исследования выбраны серогумусовые горизонты почв северных и южных склонов на рассеивающих формах микрорельефа под естественными и парковыми лесами различных экосистем (длительно-лесные уголья, старовозрастные и парковые леса).

Среднее содержание углерода во всех образцах составляет 4.9 ± 1.5 %; стандартное отклонение – 3.1; медиана – 8.65. Показано, что на юго-западном склоне гумусовые горизонты имеют меньший коэффициент вариации (V) по содержанию органического углерода ($V = 14.5$ %) и $\Sigma Ca, Mg$ ($V = 12.5$ %), чем на северо-западном ($V_{гум} = 31.5$; $V_{\Sigma Ca, Mg} = 17.3$ %) и юго-восточном склоне ($V_{гум} = 32.8$ %; $V_{\Sigma Ca, Mg} = 19.3$ %). Формирование лесов паркового облика в результате пастбы скота, сенокосения и периодических палов способствует увеличению содержания органического вещества и обменных катионов. Коэффициент вариации водородного показателя pH гумусовых горизонтов уменьшается в последовательности: юго-западный (9.1), северо-западный (8.1), юго-восточный (6.7) склон. Проведена оценка связи окраски гумусовых горизонтов с экспозицией и крутизной склонов, а также выявлены изменения окраски под воздействием основных типов крестьянского природопользования в подтайге юго-востока Западной Сибири. Склоны южных экспозиций имеют меньшую яркость в системе цветовых координат CIElab, чем северных. Гумусовые горизонты склонов северных экспозиций, при появлении на них парковых лесов, испытывают влияние процессов реградации, а яркость горизонтов уменьшается. Таким образом, формирование парковых лесов нарушает ясность почвенно-геоморфологических связей, зависимость яркости от балла прогреваемости становится менее явной, коэффициент детерминации серогумусовых горизонтов уменьшается с 0.6 на длительно-лесных фациях до 0.28 на всех видах угодий.

Под влиянием крестьянского природопользования, происходила смена растительных ассоциаций, создавая фитоценотическую пестроту, наложенную на пестроту рельефа, вследствие чего, на изученной территории сформировались различные по свойствам серогумусовые горизонты.

Работа рекомендована к.б.н., с.н.с. С.В. Лойко.

Секция VI

Экосистемные услуги почв.

Методы оценки

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В УСЛОВИЯХ
СТАЦИОНАРНЫХ ПОЧВЕННЫХ ЛИЗИМЕТРОВ

И.И. Антонова, Н.И. Жилин, Ф.И. Земсков,

М.М. Карпухин, Р.А. Аймалетдинов

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
г. Москва

antonovaii@yandex.ru, zhilinnik@ya.ru, philzemskov@mail.ru

Лизиметрические наблюдения в классическом и современном почвоведении признаны одним из приемов, наиболее подходящих для детального изучения почвообразовательного процесса. Лизиметры факультета Почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, сооруженные в 1967 году [1], до сих пор успешно функционируют. Проводимые здесь наблюдения послужили основой для ряда научных работ – от исследования закономерностей первичного почвообразования и оценки гумусного состояния почв до специфики биологического круговорота. Это получило обобщение в недавней коллективной монографии, написанной под руководством профессора Н.П. Чижиковой.

В последние годы на лизиметрической площадке сложился комплекс характерных специфических черт функционирования. Лизиметры располагаются в два ряда, каждый тип фитоценоза занимает несколько соседних лизиметров. Таким образом, имеется 10 пар лизиметров: одну пару занимает черный пар, еловый лес, смешанный и широколиственный – по две пары, залежь – три. Количество опада, закономерно возрастает от елового леса к смешанному и далее к широколиственному. Круговорот протекает довольно интенсивно, о чем свидетельствуют преимущественно деструктивные типы подстилок и значения подстильно-опадного коэффициента: от 1.20 в еловом лесу до 0.58 в смешанном, и 0.77 в широколиственном. Установлен межбиогеоценозный обмен растительным опадом, обусловленный небольшими размерами лизиметров и их близким расположением. Так, в 2016 г. доля листьев и семян широколиственных пород составила в среднем 10.6 % в опаде на лизиметрах елового леса. Перенос опада может варьироваться год от года, а часть его выносится безвозвратно. В истории лизиметров существовал период, связанный с поступлением противогололедных реагентов на часть лизиметров с прилегающей дороги. Этим объясняется повышенное содержание кальция и хлора и дифференциация по этим компонентам лизиметрических вод однотипных фитоценозов. Сравнение лизиметрических вод показывает, что наиболее существенное различие

обнаруживается между хвойными и широколиственными фитоценозами. Кластерный анализ показал, что отдельную группу образуют природные воды фитоценозов, в которые поступали противогололёдные препараты. Вторую группу образуют лизиметрические воды незагрязнённых фитоценозов, но к ней также относится загрязнённый чёрный пар, лишённый поступления минеральных веществ с опадом. Особняком стоят загрязнённые воды фитоценоза под смешанной растительностью. Лизиметрические воды вне зоны загрязнения близки по составу к природным водам, формирующимся в условиях южнотаёжных ландшафтов. Слабая дифференциация суглинка по элювиально-иллювиальному типу обусловлена не только высокой плотностью породы, но преимущественными потоками влаги, что прекрасно показано А.Б. Умаровой [2]. Даже в еловом лесу, где можно теоретически ожидать наибольшего оподзоливания, этот процесс проявляется не столь ярко, так как хвойный опад постоянно обогащается листовым.

Литература

1. Винник М.А., Большев Н.Н. Первые итоги наблюдений в открытом лизиметре // Почвоведение. 1972. № 4. С.114–121.
2. Умарова А.Б. Преимущественные потоки влаги в почвах: закономерности формирования и значение в функционировании почв. – М.: ГЕОС, 2011. – 266 с.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Л.Г. Богатыревым.

УДК 631.4

СРЕДНЕВАЛДАЙСКИЕ ПАЛЕОПОЧВЫ (МИСЗ) ВОДОРАЗДЕЛЬНОЙ ПОЗИЦИИ ЯМСКОЙ СТЕПИ (БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

С.М. Багрова, М.А. Коркка

Санкт-Петербургский государственный университет,
svetlana.m.bagrova@gmail.com, maria.a.korkka@gmail.com

Для климата нашей планеты характерны постепенные непрекращающиеся колебания, известные нам как ледниковые и межледниковые периоды. Чтобы понять, какие изменения происходили с ландшафтом, климатом, растительным покровом и живыми организмами в разные эпохи, следует в первую очередь обращаться именно к почвам, которые представляют собой «летопись» всех процессов и явлений, разновременно протекавших в них.

Объектом нашего исследования являются почвы брянского интерстадиала средневалдайской стадии МИСЗ (Морская Изотопная Стадия). На территории Восточно-Европейской равнины почвы данного интервала изучены достаточно хорошо: выявлены морфологические особенности строения, свойства, ареалы распространения и дана их генетическая интерпретация.

В Разрезе Ямская степь (заповедник «Белогорье», Белгородская область) сложноорганизованная почвенно-седиментационная толща, сформированная в течение последнего макроцикла (~150 тыс. л.н.) и подстилаемая олигоценовыми песками, включает почвы и педоседименты позднего плейстоцена и голоцена. Описанные здесь средневалдайские палеопочвы представлены двумя ритмами почвообразования. Стоит отметить тот факт, что поступление аллохтонного материала в разрез минимизировано, так как он расположен на плоской поверхности местного водораздела.

Оба ритма палеопочвы (глубина 130 (140)–240 (250) см) на основе изучения серии горизонтальных расчисток, имеют форму 4-х, 6-ти, 8-ми угольных полигонов (до 60 см в длину в первом ритме и до 40 см во втором). На границе полигонов и вмещающей толщи материал более прогумуссированный, по сравнению с материалом заполнения клиньев. Крупные клинья и трещины разных этапов Валдайского криогенеза разбивают весь профиль (МИСЗ, МИС4 и МИС5), достигают глубины 6.5 м и уходят в олигоценовый песок. Уникальной морфологической особенностью средневалдайских почв разреза Ямская степь является практически ненарушенная стратиграфическая последовательность горизонтов.

Несмотря на то, что профиль данной почвы был разбит мощными процессами криогенеза, а впоследствии вовлечен в голоценовое почвообразование, отмечена хорошая сохранность палеопедогенной информации, зафиксированной в памяти брянских средневалдайских почв. На данном этапе работы нами уже получен большой массив данных по морфологическим особенностям строения обоих ритмов, перераспределению гранулометрического состава по профилям, ряду химических анализов. Сделаны радиоуглеродные датировки с использованием метода ЯМС (25113 ± 355 кал.л.н. для верхнего ритма и 28781 ± 79 кал.л.н. для нижнего), что соответствует брянскому интерстадиалу и дополняет новейшими данными положение о стадийности почв МИСЗ перигляциальной зоны.

Работа рекомендована проф., д.г.н. А.В. Русаковым.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГОРНЫХ ПОЧВ
(СРЕДНИЙ УРАЛ, ЗАПОВЕДНИК «БАСЕГИ»)

В.Д. Бакалдина

Пермская ГСХА имени академика Д.Н. Прянишникова,
inirvanai@yandex.ru

Изменение условий почвообразования в горных ландшафтах сопровождается перераспределением и сменой соотношений различных элементов в профилях почв и диагностирует физическое выветривание и почвообразовательные процессы. Цель исследований – изучить геохимические особенности горных почв на Среднем Урале, в ООПТ «Басеги». Химический состав (ХС) определен в 12 разрезах (в различных высотнорастительных условиях) методом РФА на приборе «РеСпект» в лаборатории физико-химии почв Почвенного института им. В.В. Докучаева.

В почвах на Среднем Урале содержание SiO_2 варьирует от 66.18 % до 74.28 % в гольцовом поясе (870–950 м). В почвах криволесья (655 м) SiO_2 варьирует в пределах 61–65 %; под субальпийскими лугами несколько ниже (57.2–63.3 %). В этой группе почв, выделяется литодерново-элювозем (755 м), где SiO_2 составляет 80.3–82.6 %. Содержание SiO_2 в почвах в парковом редколесье и в горно-лесном поясе колеблется в пределах 58.8–71.6 %. Содержание Al_2O_3 варьирует в среднем от 11.45 % до 16.84 %, что может указывать на вероятность присутствия в почвах свободных гидроксидов алюминия (бокситов). Содержание Fe_2O_3 варьирует в зависимости от высоты местности. Так, в почвах, на высоте более 700 м н.у.м. (криволесье, горная тундра), содержание Fe_2O_3 меньше кларка (5.43 %) и самые низкие значения выделяются в лито-элювозем 0.93–3.39 %. В почвах на высоте 577–695 м отмечается максимально высокое содержание Fe_2O_3 (7.1–8.5 %), превышающее кларк. В низкогорных ландшафтах горно-лесного пояса Fe_2O_3 варьирует в почвах в пределах 5.02–7.59 %.

Почвы различаются по содержанию щелочноземельных металлов. Исследуемые почвы обеднены кальцием в сравнении с Кларком по этому оксиду 1.92 %. В почвах криволесья и горной тундры содержание кальция изменяется в пределах 0.07–0.36 % и является наиболее низким среди изучаемых профилей на горе Северный Басег. Валовое содержание CaO , MgO в большей степени варьирует в почвах подгольцового пояса, чем в горно-лесном. Содержание CaO и MgO в валовом составе почв контролирует степень выветрелости почвообразующего материала. В наиболее выветрелых профилях почв содержание валового CaO сни-

жается до 0.07 % (в элювиальном горизонте в лито-элювоземе). Большое содержание магния, возможно, объяснить тем, что этот элемент входит в состав образующихся вторичных глинистых минералов и поэтому его содержание выше даже в горизонтах высокой степени выветрелости. Отношение CaO/MgO значительно меньше кларкового (1.84) и составляет 0.11–0.51. Это доказывает, что почвы на Среднем Урале обеднены валовым Са. В результате химического выветривания происходят процессы дебазации (потери оснований) и десиликации при относительно остаточном накоплении оксидов Al и Fe. Содержание TiO_2 слабо варьирует по профилю почв.

Содержание K_2O и Na_2O в горно-лесном поясе изменяется в пределах 1.3–2.45 % и 0.16–1.59 % соответственно; а в гольцовом и подгольцовом поясах – от 0.98 до 2.7 % и от 0.33 до 2.21 %. Почвы в основном обогащены щелочными металлами, так как их значения выше Кларка.

Валовое содержание P_2O_5 и SO_3 варьирует в почвах в пределах горно-лесного пояса от 0.01 до 0.72 % и от 0.01 до 0.53 % соответственно, а в пределах гольцового и подгольцового поясов содержание P_2O_5 составляет 0.04–0.80 %, SO_3 – 0.06–0.59 %. Низкие значения P_2O_5 и SO_3 отмечаются в основном в нижней части профиля. В целом, почвы обогащены P_2O_5 и SO_3 . Высокое содержание биогенных элементов является особенностью химического состава почв Среднего Урала.

Данные валового состава показывают, что процессы почвообразования на горе Северный Басег не приводят к резкой дифференциации профиля почв по элементам.

Работа рекомендована к.с.-х.н. доц. И.А. Самофаловой.

УДК 631.416.8(9)

ИЗУЧЕНИЕ СТАБИЛИЗАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ Cu (II) В ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ

Т.В. Баур, Д.Г. Невидомская, М.В. Бурачевская, К.Р. Уразгильдиева
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,
bauertatyana@mail.ru

Известно, что основная масса тяжелых металлов (ТМ), выбрасываемых промышленными предприятиями и автотранспортом, поступают в почву в форме различных соединений. Химические свойства сопутствующих анионов оказывают влияние на механизмы взаимодействия ТМ с минеральными и органоминеральными компонентами почв, играющими ключевую роль в процессе стабилизации химических веществ

техногенной природы. Под стабилизацией ТМ в почвах понимается их взаимодействие с компонентами твердых фаз почвы, приводящее к образованию прочно связанных соединений металлов.

Для проведения исследований отбирался верхний 0–20 см слой почвы целинного участка, представленный черноземом обыкновенным тяжелосуглинистым на лессовидных суглинках.

С целью изучения стабилизации техногенных соединений Си (II) в почве был поставлен модельный эксперимент. Исходную незагрязненную почву массой 1 кг, пропущенную через сито с диаметром ячеек 1 мм, перемешивали отдельно с нитратами и оксидами Си в виде сухих солей в дозе 300 мг/кг и вносили в сосуды. Загрязнение почвы выдерживали в течение 2 лет при наименьшей полевой влагоемкости. Повторность опыта трехкратная. Отбор почвенных образцов для анализа производили через один и три года.

Подвижные формы Си были определены тремя параллельными вытяжками: 1 н. ААБ с рН 4.8; 1 % ЭДТА в ААБ с рН 4.8 и 1 н. HCl. Данные вытяжки позволяют установить обменные, комплексные и специфически сорбированные формы металла в почве. Содержание Си в вытяжках определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС).

Общее содержание Си в почве (0–20 см) за 3 года исследования в среднем составило 44 мг/кг, что соответствует фоновому уровню данного элемента для черноземов обыкновенных (Алексеев и др., 2002; Минкина и др., 2009). Установлена следующая закономерность в распределении Си по формам соединений, мг/кг: специфически сорбированные (1.9 ± 0.3) > комплексные (0.3 ± 0.1) = обменные (0.3 ± 0.04).

При загрязнении почвы в лабораторных условиях различными соединениями Си после 1-года инкубации их общее содержание в ней возросло в 7.6 раза. При этом распределение Си по формам соединений при внесении нитратов и оксидов металла отличается от исходного природного соотношения ее форм и подчиняется следующей закономерности: специфически сорбированные (66.7 ± 7.0 и 13.0 ± 1.5) > комплексные (45.9 ± 3.2 и 2.5 ± 0.1) > обменные (28.3 ± 2.1 и 2.0 ± 0.1).

Процесс стабилизации внесенных в почву соединений металла можно оценить по изменению его содержания в используемых вытяжках. Спустя 3 года с момента загрязнения почвы экзогенными соединениями меди отмечаются разные закономерности в перераспределении металла по формам соединений в зависимости от сопутствующего аниона. В вариантах с внесением легкорастворимых нитратов меди происходит существенное уменьшение подвижности металла в почве.

В случае внесения труднорастворимых соединений Си в течение всего времени инкубации почвы происходило постепенное повышение всех трех подвижных форм металла в связи с медленным растворением оксида металла.

Таким образом, стабилизация Си в черноземе обыкновенном зависит от сопутствующего аниона и времени взаимодействия металла с твердыми фазами почвы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда в рамках научного проекта № 16-14-10217.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Т.М. Минкиной.

УДК 631.431

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМОВ ОБЫКНОВЕННЫХ КАРБОНАТНЫХ СЕВЕРНОГО ПРИАЗОВЬЯ

Я.В. Боровикова

Южный федеральный университет, Академия биологии и
биотехнологии, кафедра почвоведения и оценки земельных ресурсов,
Ростов-на-Дону, Yana.Borovicova@yandex.ru

Физико-механические свойства почв, как правило, учитывают при решении инженерных задач: при дорожном и аэродромном строительстве, при использовании почв в качестве основания для зданий и сооружений, при строительстве каналов, водохранилищ и т.д. Однако, данные параметры могут быть использованы и в качестве критериев для диагностики почв, поскольку отражают, с одной стороны, суммарный эффект изменения дисперсности почв, их химического и минералогического составов, степени засоления, состава обменных катионов, степени агрегированности, гидрофильности–гидрофобности. С другой стороны, проявляясь в определенном диапазоне влажности, позволяют оценить характер взаимодействия твердых и жидких фаз почвы.

Цель работы – изучить физико-механические свойства черноземов обыкновенных карбонатных Северного Приазовья. Для решения поставленной задачи определяли следующие параметры: пределы пластичности (верхний и нижний), пределы липкости (верхний и нижний), усадку (объемную и линейную). Все показатели определяли в 5-кратной аналитической повторяемости.

Объектом исследования являются черноземы обыкновенные карбонатные среднемощные тяжелосуглинистые на желто-бурых лессовидных суглинках (на примере почв Ботанического сада ЮФУ, г. Ростов-на-Дону).

Проведенные исследования показали, число пластичности – 14.7 (гор. А_{пах}), что позволяет классифицировать данную почву как пластичную (гранулометрический состав тяжелосуглинистый). При этом, выявлена неоднородность профиля почвы по данному показателю. Так, горизонты А₁, В₁ и В₂ характеризуются как высоко пластичные с числом пластичности > 17. Данный показатель изменяется в интервале от 17.9 в гор. А₁ до 19.6 в гор. В₂. Увеличение значений данного параметра в средней части профиля почвы связано с неоднородностью гранулометрического и микроагрегатного составов по профилю, а в гор. ВС в т.ч. и с наличием конкреционных форм карбонатов в виде белоглазки.

Установлено, что все горизонты чернозема обыкновенного карбонатного характеризуются высокой способностью глинистой фракции связывать влагу в пределах пластичного состояния. Полученные пределы характерны для высокодисперсных грунтов, почв и пород глинистого гранулометрического состава. Так, значение верхнего предела пластичности лежит в интервале от 20.7 в гор. А_{пах} до 23.6 в гор. ВС, нижний предел пластичности изменяется от 35.4 в гор А_{пах} до 36.4 в гор. ВС.

Линейная усадка исследуемой почвы изменяется в диапазоне от 9 % в гор. ВС до 12 % в гор. А₁, а объемная – от 30 % в гор. А_{пах} и А₁ до 26 % в гор. В₂, ВС и С. При испарении влаги почвенные образцы уменьшаются в объеме за счет практически равномерного сжатия по трем осям симметрии. Усадка сопровождается не только образованием трещин усыхания, но и изменением мощности почвы.

Изучение липкости показало, что исследуемые почвы характеризуются, согласно классификации Н.А. Качинского, как сильно вязкие, т.к. значение липкости лежит в интервале от 5 до 15 г/см². Впервые нами предлагаются понятия «нижний предел липкости (верхний предел физической спелости)» и «верхний предел липкости (предел прекращения налипания)». Так, для гор. А_{пах} интервал влажности, при котором чернозем обыкновенный карбонатный проявляет способность налипать к металлическим предметам, лежит в интервале от 26 % до 57 %.

Работа рекомендована к.б.н., доц. кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов Южного федерального университета И.В. Морозовым.

МОРФОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ ЗАЛЕЖНЫХ
РЯДОВ ЛЕСО(СТЕПНОЙ) ЗОНЫ НА ПРИМЕРЕ ЗАПОВЕДНИКА
«БЕЛОГОРЬЕ» (УЧАСТОК «ЛЕС-НА-ВОРСКЛЕ») И ЗАКАЗНИКА
«СТЕПИ ПРИАЗОВЬЯ»

А.М. Булышева

Санкт-Петербургский государственный университет, annu_by@mail.ru

Исследование изменений природных систем, в частности почв, под антропогенным воздействием важно для рационального природопользования. Сельскохозяйственное использование почв ведет к изменениям большинства режимов почвы. Много работ посвящено изучению агротехногенной эволюции почв, тогда как углубленный анализ морфогенетических свойств почв разновозрастных залежей пока проводится значительно меньше. И, к тому же, практически нет сведений в литературе о трансформации карбонатного профиля бывших пахотных почв при переводе их в залежи.

Цель нашей работы – морфогенетический анализ почв залежных рядов (лесо)степной зоны на примере заповедника «Белогорье» и ландшафтного заказника «Степи Приазовья».

Первый залежный хроноряд расположен в Белгородской области в заповеднике «Белогорье» (участок «Лес-на-Ворскле») и включает в себя расположенную под лесом темно-серую почву, и две агротемно-серые почвы под залежью 40–45 лет, в одной части участка заросшей кустарниковой растительностью – первая почва, и во второй части – почва под условно косым разнотравно-злаковым лугом. Сенокосение не проводилось последние 15–20 лет.

Второй залежный ряд находится в Ростовской области – ландшафтный заказник «Степи Приазовья», и представлен почвами, находящимися в залежи в течение 86, 30, 16, 20 и 14 лет, и пахотной почвой. Все эти почвы являются различными модификациями (агро)черноземов сегрегационных.

Установлено, что (агро)темно-серые почвы первого хроноряда отличаются друг от друга по глубине вскипания от 10 % раствора HCl . Несмотря на то, что видимых форм карбонатных новообразований (КНО) в текстурном гор. ВТЗ выявлено не было, линия вскипания в профиле почвы условно косимой залежи расположена на верхней границе этого горизонта. В двух других почвах хроноряда, под лесом и кустарником, линия вскипания находится на границе с породой (лессовидными суглинками). Глубина нижней границы иллювиального горизонта с глинисто-гумусовыми кутанами в почве под условно косимой

луговой залежью расположена выше на 10–20 см по сравнению с остальными почвами. Очевидно, на луговой залежи в результате сведения леса, распашки и сенокосения водный режим темно-серой почвы чуть более аридный. А при сукцессионном восстановлении лесной растительности, даже на стадии зарастания залежи кустарником, карбонаты вымываются за пределы почвенного профиля в гор. Сса, глинисто-гумусовые кутаны проникают в профиль глубже.

В залежном ряду (агро)черноземов сегрегационных горизонты АВ в черноземах пахотном и залежей 20 и 14 лет имеют белесоватый оттенок от карбонатной пропитки и выпотов, чего не наблюдается в почвах залежей 30 и 86 лет. Наличие миграционных (подвижных) форм КНО в почве под пашней и «молодыми» залежами и их отсутствие (или значительно меньшее присутствие) в почвах под залежами большего возраста свидетельствует о более быстром иссушении профиля в условиях залежи, что сокращает период восходящих токов влаги и препятствует активной миграции растворов. В нижних горизонтах только почв 14-летней залежи и пашни обнаружена белоглазка с твердым ядром (переходная форма от белоглазки к журавчикам), что говорит о дополнительном увлажнении нижних горизонтов этих почв во время осенне-весенних осадков, когда пахотные почвы лишены растительного покрова. Указанная форма КНО в почве 14-ти летней залежи является предположительно остаточной – слишком мало времени прошло, чтобы она успела трансформироваться в новых условиях.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-05-00669а.

Работа рекомендована в.н.с., д.г.н. О.С. Хохловой и проф., д.г.н. А.В. Русаковым.

УДК 574

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ТАКСОНОМИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДОРΟΣЛЕЙ ПАЛЕОПОЧВ (АЛТАЙСКИЙ КРАЙ ТОПЧИХИНСКИЙ РАЙОН)

И.Н. Волкова

Новосибирский государственный педагогический университет,
irinaognyova@ya.ru

Изучение древних почв в настоящее время является одним из перспективных направлений, используемых в диагностике палеоэкологических условий прошлых геологических эпох и позволяющих также прогнозировать вектор дальнейшего развития территории.

Исследования были проведены на ключевом участке «Володарка» близ одноименного села в Топчихинском районе Алтайского края в течение двух полевых сезонов (2013–2014 гг.). Из заложенной серии разрезов, был изучен разрез № 4–13, вскрывающий наиболее древнюю плейстоценовую палеопочву (678–712 тыс. лет) из лессово-палеопочвенной серии.

Материалом для исследования послужили 10 почвенных образцов, отобранные послойно через каждые 10–20 см (август 2013 г). Отбор проб проводился согласно всем правилам альгологических сборов. Для выявления видового состава водорослей был использован метод чашечных культур. Культуры выращивали в установке «Флора-1» при 8-часовом освещении в сутки лампами дневного света и температуре 20–22 °С. Определение видового состава проведено с помощью микроскопа MICMED2. Видовой состав водорослей не идентифицирован в верхних горизонтах, так как данные почвы являются современными. Также были отобраны пробы на аэрофитон в августе 2014 года (для подтверждения или опровержения заноса видов по воздуху).

В ходе альгологических исследований обнаружено 13 видов водорослей, из которых 7 – на глубине 110–130 см и 7 – на глубине 130–150 см. При этом 1 вид является общим как для одной глубины, так и для второй – это *Bracteacoccus minor*. Вид *Bracteacoccus minor* является высокоустойчивым ко многим негативным факторам, что позволяет ему быть одним из первых видов, заселяющих почвы и распространяться повсеместно, независимо от типа почв.

Для глубины 130–150 см доминантные роды с таксономической точки зрения выделить сложно, так как все 7 родов выявленные на этой глубине находятся в связанных рангах. По числу видов на глубине 110–130 см доминируют такие роды как *Pleurochloris*, *Botrydiopsis* и *Chlorococcum*, которые находятся в связанных рангах. Единственным общим родом для этих глубин является одновидовой род *Bracteacoccus*, представители которого являются пионерными видами и распространены в почве повсеместно, например *Bracteacoccus minor* (являются индикаторами кислых почв, которые характерны для хвойных лесов). Семейство *Pleurochloridaceae* не является характерным для альгофлоры степных фитоценозов. Среди диатомовых водорослей было отмечено доминирование семейства *Naviculaceae*, которые характерны для лесных экосистем.

Также были проанализированы пробы на аэрофитон и выявилось соответствие видового состава аэрофитона и погребенной палеопочвы по следующим видам: *Pleurochloris commutata*, *Monallantus pyreniger*, *Chlorhormidium flaccidium*, *Chlorococcum hypnosporum* и *Myrmecia bisecta*. Что говорит о том, что споры этих видов водорослей могли попасть в почву с воздушными потоками.

В погребенной палеопочве (Алтайский край Топчихинский район) обнаружено 13 (8) видов водорослей, которые относятся к 3 (3) отделам, 4 (4) порядкам, 4 (4) классам, 6 (6) семействам и 10 (7) родам. Доминируют представители *Chlorophyta* (53.85 %) и *Xanthophyta* (38.50 %). В семейственном спектре отмечается превалирование *Pleurochloridaceae* (38.46 %). В головном спектре преобладают по числу видов такие рода, как *Pleurochloris* (15.39 %), *Botrydiopsis* (15.39 %), *Chlorococcum* (15.39 %), находясь в связанных рангах. О достоверной возможности использования водорослей для диагностики состояния палеопочв утверждать пока трудно. Тем не менее, выявленные виды водорослей (*Bracteacoccus minor*, *Chlorella mirabilis*, *Botrydiopsis eriensis* и др.) характерны в большей степени для лесных экосистем.

Работа рекомендована к.б.н., доц. А.Г. Благодатновой.

УДК 631.421.2

СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛА В ДНЕВНОЙ, ПОГРЕБЕННОЙ И АНТРОПОГЕННОЙ ПОЧВАХ

Д.Ф. Гюльтер

Санкт-Петербургский государственный университет,
89500272161@yandex.ru

Одной из главных проблем в биохимии почв является поиск таких соединений-индикаторов, которые отражали бы направленность протекания почвенных биохимических процессов. Такими веществами являются хлорофиллоподобные соединения (ХПС) и другие родственные им пигменты порфириновой природы. Порфирины довольно быстро реагируют на смену водно-воздушного режима в почвах (Зайделман, Данилова, 1989; Козырев, 1991). Помимо этого, в почвах с высокой биологической активностью содержание хлорофиллов и родственных им пигментов наиболее низкое, а в почвах с неблагоприятными для деятельности микроорганизмов условиями эти соединения могут накапливаться в значительных количествах и сохраняться длительное время (Орлов, 1976; Фридланд и др., 1979). В погребённых почвах ХПС могут сохраняться тысячи лет (Бирюкова, Орлов, 1978).

Как считает Ф.Н. Козырев (1991), источником хлорофиллоподобных соединений в почве может являться растительный опад и/или фотосинтезирующие почвенные микроорганизмы, прежде всего водоросли. Максимально возможное количество хлорофиллоподобных соединений в почве, обусловленное содержанием водорослей, обычно не превышает 0.4 мг/кг почвы. При высушивании почвенных образцов водоросли гиб-

нут, и хлорофилл, содержащийся в них, разрушается. Из этого следует, что доля хлорофиллов водорослей в составе тетрапиррольной структуры в почвах невелика. С другой стороны, лишь весьма незначительная часть листового опада, содержащего хлорофилл, вовлекается в гумусово-аккумулятивный горизонт (Козырев, 1991).

Целью работы было определение содержания хлорофилла в гумусово-аккумулятивных горизонтах целинного, погребенного и распаханного черноземов.

В качестве объектов исследования были выбраны гумусово-аккумулятивные горизонты погребенного чернозёма, целинного чернозёма миграционно-мицелярного и находящегося в сельскохозяйственном использовании аналога последнего.

Хлорофиллоподобные соединения из выбранных объектов выделялись 90 % раствором ацетона. Содержание ХПС определялось спектрофотометрически – на основе измерения оптической плотности при длинах волн: 430 нм, 480 нм, 630 нм, 647 нм, 664 нм и 750 нм (Современные методы ..., 1983). В таблице 1 приведены данные о содержании хлорофиллов *a* и *b*, а также величины пигментного индекса (ПИ), или индекса Маргалефа, и NDPI (normalized difference pigment index).

Таблица 1. Содержание хлорофиллов *a* и *b* и величины пигментных индексов.

Объект	Хлорофилл, мг/кг		ПИ	NDPI
	<i>a</i>	<i>b</i>		
Миграционно-мицелярный чернозем целины	0.7	2.0	15.2	0.8
Миграционно-мицелярный агрочернозем	0.4	1.6	15.1	1.1
Погребённый чернозем	0.4	1.6	9.3	0.9

Как следовало из результатов исследования, содержание и хлорофилла *a*, и хлорофилла *b* в черноземе целинного участка было больше, чем погребенном черноземе и агрочерноземе. При этом получено, что величины ПИ в целинном черноземе и агрочерноземе были выше, чем в погребенном черноземе. Этот факт свидетельствовал о том, что в погребённой почве хлорофилл *a* разрушался медленнее, чем в почвах целинного и пахотного участков.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. А.И. Поповым.

ПОЧВЕННО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГРУНТА
В РИТУАЛЬНЫХ СОСУДАХ ИЗ ПОГРЕБЕНИЙ ЭПОХИ БРОНЗЫК.С. Душанова¹, Е.В. Чернышева²¹Пушкинский государственный естественнонаучный институт,²Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения
РАН, dushchanova.kamilla@gmail.com

Почва является уникальным природным телом, обладающим «биологической памятью». Палеопочвы, погребенные под археологическими памятниками, и почвенно-грунтовые образования, связанные с деятельностью древнего человека, сохраняют в своих свойствах информацию о природных событиях прошлых эпох и особенностях антропогенной деятельности в древности и средневековье.

В подкурганных захоронениях эпохи бронзы и раннего железного века, как правило, обнаруживаются сосуды, в которых предположительно находилась ритуальная пища. К настоящему времени эти продукты полностью минерализованы, и сосуды заполнены материалом погребенной почвы.

Реконструировать исходное содержимое ритуальных сосудов позволяют методы почвенной микробиологии и энзимологии. Известно, что любой органический субстрат, попадая в почву, вызывает резкое увеличение численности микроорганизмов, которые участвуют в его разложении и выделяют специфические ферменты. При этом и микроорганизмы, и ферменты способны сохраняться в почве неопределенно долгое время. Изучению состояния микробных сообществ и ферментативной активности почвенно-грунтового материала, отобранного из сосудов погребений под курганами эпохи бронзы, посвящена данная работа.

Объектом исследования был почвенно-грунтовой материал в сосудах из подкурганных погребений эпохи поздней бронзы могильника «Неткачево-1» в Котовском районе Волгоградской области. Исследуемый могильник представлен серией курганов, создание которых происходило в относительно узкий промежуток времени на ограниченной территории в определенном порядке «цепочкой», что позволяет рассматривать его как некий родовой или семейный некрополь.

Образцы грунта отбирались из придонного слоя заполнения горшков (нижние 1–2 см, собственно образец) и из верхней части заполнения на уровне венчика (фон). Проведены исследования содержания макро и микроэлементов, валовой серы, валового и подвижного фосфора, содержания микробной биомассы, а также активности фер-

ментов фосфатного, углеродного, серного и азотного цикла (арилсульфатазы, α - и β -глюкозидазы, целлюлазы, ксилозидазы, хитиназы, лейцин-аминопептидазы, кислой, щелочной, пиро- и бис- фосфатазы).

Показано, что в грунте ритуальных сосудов сохраняется живая микробная биомасса и активность ферментов, причем наиболее показательными являются ферменты фосфатного и серного циклов. Так, по активности арилсульфатазы в грунте из ритуальных сосудов все исследованные объекты разделяются на 3 группы. Статистический анализ полученных данных позволил сгруппировать археологический материал и выдвинуть гипотезу об исходном содержимом сосудов. Предположительно, в сосудах первой группы находился продукт с высоким содержанием белка (мясо); вторую группу составляли молочные продукты; горшки третьей группы были пустые, либо в них находилась вода.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 16-36-00381.

Работа была рекомендована к.б.н., в.н.с. Демкина Т.С.

УДК 631.8

ВЛИЯНИЕ ПРОИЗВОДНЫХ ФУЛЛЕРЕНОВ НА РОСТ И МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ ОГУРЦА В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ЖЕЛЕЗА

Е.П. Ефремова, К.Л. Якконен

Санкт-Петербургский государственный университет,
k.yakkonen@spbu.ru

Фуллерены представляют собой замкнутые сферические углеродные структуры, содержащие 60, 70 и более 540 атомов углерода (Semenov et al., 2014). Их относят и к неорганическим материалам (новые аллотропные модификации углерода), и к органическим соединениям со свойствами непредельных углеводородов (Биглова и др., 2004). В настоящее время фуллерены и их производные – один из наиболее изучаемых объектов химии. Открытие фуллеренов, удостоенное Нобелевской премии по химии (1997), стало одним из значимых событий науки конца XX века (Андриевский и др., 2004). Фуллерены широко используют в различных отраслях: медицине, фармацевтике, промышленности. Применению фуллеренов в сельском хозяйстве посвящены лишь немногочисленные исследования (Panova et al., 2015). Практически не изучено воздействие этих наноструктур на минеральное питание растений при недостатке железа (Fe) в среде. Железо – необходимый для растений микроэлемент, играющий важную роль в различных метаболических

процессах. При дефиците железа у растений развивается опасное и широко распространенное заболевание с симптомами хлороза листьев и торможения роста биомассы.

Задача настоящей работы – изучение действия растворимых в воде производных фуллеренов на рост и минеральное питание огурца в условиях дефицита железа.

Объект исследований – растения огурца (*Cucumis sativus*) сорта Журавлёнок. В качестве производных фуллерена использовали фуллеренол $C_{60}(OH)_{24}$ (гидроксिलированное производное) и трис-малонат $C_{60}[C(COOH)_2]_3$ (карбоксилированное производное) в концентрации 0.5 мкМ. Растения огурца выращивали в условиях гидропоники при искусственном освещении.

Установлено, что влияние производных фуллеренов зависело от их формы и обеспеченности растений железом. Положительный биологический эффект отмечен в случае применения гидроксилированной (фуллеренол), а не карбоксилированной (трис-малонат) формы фуллерена при недостатке железа в среде. В этих условиях фуллеренол достоверно ($P < 0.05$) стимулировал рост корней (в 2 раза), листьев (в 1.4 раза) и стеблей (в 1.3 раза) растений огурца. Предполагаемый механизм этого эффекта связан со стимуляцией фуллеренолом адаптивных реакций корней огурца, направленных на увеличение мобильности железа в ризосфере корней. Ключевой реакцией адаптации огурца (растения стратегии I) к дефициту железа является усиление выделения корнями протонов (ацидофикация среды) (Marschner, 1995). В варианте с фуллеренолом ацидофикация среды корнями огурца при дефиците железа осуществлялась интенсивнее, чем в вариантах без фуллеренола (ΔpH 0.3–1.6). Эффект усиления фуллеренолом ацидофикации среды сопровождался уменьшением активности Fe(III)-хелатредуктазы корней – фермента, активируемого недостатком железа у растений стратегии I (огурец). По-видимому, при наличии фуллеренола в среде возрастала (вследствие усиления подкисления корнями ризосферы) подвижность локализованного в апопласте корней железа, что приводило к снижению активности их Fe(III)-хелатредуктазы.

Авторы благодарят К.Н. Семенова (Институт химии СПбГУ) за предоставленные производные фуллеренов.

При выполнении работы использовали оборудование «Ресурсно-образовательного центра по направлению химия» СПбГУ.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Н.П. Битюцким.

ВЛИЯНИЕ АМФИФИЛЬНЫХ СВОЙСТВ ВОДОРАСТВОРИМОГО
ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА НА ЕГО СОРБЦИЮ ГЕТИТОМ

Д.Ф. Золовкина

Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова,
zolovkina_d@mail.ru

Пространственная недоступность сорбированного органического вещества (ОВ) является одним из механизмов его стабилизации и сохранения в почве, а, следовательно, значительно снижает вероятность проникновения ОВ в грунтовые воды, а также минерализацию органического вещества на 20–30 %. Установлено, что органическое вещество становится менее доступным для разложения, если а) его поверхность гидрофобизирована, б) если оно встроено в полости глинистых минералов. Амфифильные свойства являются ценным диагностическим показателем, который может быть использован для прогноза поведения водорастворимых органических веществ в почве.

Основную долю ВОВ лесных почв умеренного климата составляют кислотные компоненты как гидрофобной (ГФБ), так и гидрофильной (ГФЛ) природы. ГФЛ фракция представлена короткоцепочечными алифатическими карбоновыми кислотами, углеводами, аминокислотами и слабо сорбируется твердой фазой. Однако существование ее в почвенном растворе из-за большей доступности микробиологическому разложению также ограничено – как в пространстве (в наиболее мелких порах), так и во времени. ГФЛ фракция составляет основную долю лабильной части ВОВ почв. ГФБ фракция состоит из растворимых продуктов разложения лигнина, обогащена структурными фрагментами орто-гидроксibenзойного типа, обуславливающими ее селективное поглощение и прочное закрепление в почвах. Основным механизмом, способствующим сохранению углерода в нижних горизонтах, является сорбция на минералах группы гидроксидов железа, которые в больших количествах присутствуют в минеральных горизонтах почв таежно-лесной зоны.

В статических условиях изучена сорбция ВОВ из горизонта Н торфянисто-подзолистой глееватой почвы (ЦЛГПБЗ, Тверская область) и ее ГФБ фракции на минерале гетите. Установлено, что ВОВ сорбируются гетитом ограничено: поглощенные количества составляют менее 1/4 части от добавленного. Органические вещества гидрофобных фракций, сорбируются более эффективно, по сравнению с водной вытяжкой, однако увеличения уровня поглощения с ростом гидрофобности фракций не выявлено. В составе ВОВ водной вытяжки относительная доля рас-

творимых фенольных соединений составляет всего 5.2 %, в выделенных гидрофобных фракциях – она значительно выше, составляя 24–25 % от содержания углерода этих фракций. Способность к сорбции у фенольных соединений водной вытяжки и гидрофобных фракций различна, что может быть обусловлено их разным качественным составом. Сдвиг pH при сорбции ВОВ на гетите в область более высоких значений позволяет предположить возможность протекания реакций по механизму лигандного обмена с вытеснением в раствор гидроксил-ионов.

Как показали опыты по десорбции, где в качестве десорбирующего раствора был использован 0.01 н. CaCl_2 , более гидрофобные вещества сорбируются гетитом сильнее: прочно удерживаемые количества возрастают от 8.6 % (водная вытяжка) до 81.5 % у ГФБ. Анализ молекулярных масс водорастворимых органических веществ показал, что они полидисперсны и содержат фракции с молекулярной массой около 23000, 16000 и 8000–5000 а.е.м. Электронные спектры поглощения информативны для оценки степени гидрофобности вещества: поглощение в области 250–350 нм у гидрофобных фракций в 5 раз выше, чем у исходных веществ водной вытяжки. Сорбция наиболее гидрофобных компонентов сопровождается резким снижением коэффициентов экстинкции в области 254–285 нм, соответствующей поглощению ароматических аминокислот и карбоксильных групп.

Максимум при 430 нм в спектрах флуоресценции подтверждает гумусовую природу органических веществ и их высокомолекулярное строение, а величины индекса гумификации свидетельствуют об увеличении конденсированности соединения с ростом его гидрофобности.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Е.И. Каравановой.

УДК 631.10

ГОДОВАЯ ПОЧВЕННАЯ ЭМИССИЯ CO_2 В ЛЕСНЫХ И БОЛОТНЫХ МИКРОЛАНДШАФТАХ ВАЛДАЙСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Д.Г. Иванов

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
ivanovdgl9@gmail.com

В таежных экосистемах в течение года наблюдаются заметные изменения гидротермических условий, что обуславливает различия в интенсивности эмиссии парниковых газов. В связи с этим, для оценки общей годовой эмиссии и вклада холодного периода в суммарный годовой поток, необходимо проведение измерений почвенного дыхания в течение всего года.

Исследования проводились на территории Центрально-Лесного заповедника, расположенного в юго-западной части Валдайской возвышенности, относящейся к южно-таежной зоне. Измерения проводились с октября 2015 г. по сентябрь 2016 г. в четырех микроландшафтах верхового болота (сосняк кустарничково-сфагновый, сосняк осоково-сфагновый, гряды и мочажины), двух микроландшафтах ельника сфагново-черничного – фоновом, пограничном с сосняком пушицево-сфагновым и в самом сосняке. Для измерения эмиссии CO_2 использовался метод закрытых статических камер с инфракрасным газоанализатором Li-840 (Li-Cor inc.). В период со снежным покровом более 10 см, измерения проводились с использованием удлинительных секций без нарушения снежного покрова.

Зимний период наблюдений характеризуется относительно небольшими отрицательными температурами, в среднем не ниже -10°C . Высота снежного покрова в лесных микроландшафтах составила от 10–20 см в ноябре 30–40 см в декабре-марте, в болотных – 10–20 см в ноябре и марте и до 40–50 см декабре-январе. Таяние снега происходило в конце марта – начале апреля. Летний период был теплым с довольно большим количеством осадков, особенно в июне по сравнению с многолетним метеорологическими данными.

На всех болотных микроландшафтах в течение года наблюдалось плавное изменение эмиссии в течение года с минимумом ($3\text{--}14 \text{ мгCO}_2/\text{м}^2\cdot\text{ч}$) в январе-марте и максимумом ($340\text{--}600 \text{ мгCO}_2/\text{м}^2\cdot\text{ч}$) в июле. В период с ноября по март интенсивность эмиссии практически не изменялась. Заметная активизация дыхания началась в апреле. В целом, за год с болотных микроландшафтов выделились: $668 \text{ г CO}_2/\text{м}^2$ – на мочажинах, 1377 – сосняке особого-сфагновом, 1548 – на грядах, 1800 – в сосняке кустарников-сфагновом. Доля эмиссии в течение снегового периода (ноябрь–март) составила от 1 до 6 % от общего выделения CO_2 .

В лесных микроландшафтах почвенная эмиссия была значительно выше чем на болотных. Минимальные значения были зафиксированы в марте ($14\text{--}30 \text{ мг CO}_2/\text{м}^2\cdot\text{ч}$), максимальные – в июле-августе ($722\text{--}1134 \text{ мг CO}_2/\text{м}^2\cdot\text{ч}$). С ноября по май эмиссия была постоянно низкой, а с июня наблюдалось резкое возрастание выделения CO_2 7–9 раз. За снеговой период выделилось 6–8 % от годовой эмиссии CO_2 . Годовой поток диоксида углерода составил: $2024 \text{ г CO}_2/\text{м}^2$ – в сосняке пушицево-сфагновом, 2117 – на границе с сосняком и 3072 на фоновом участке.

Наиболее активная эмиссия на всех микроландшафтах происходила с мая по сентябрь, вклад этих месяцев составил от 83 до 93 %.

Работа рекомендована к.б.н. Ю.А. Курбатовой.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЕННЫХ ПОТОКОВ CO_2 , CH_4 И N_2O В СУКЦЕССИОННОМ РЯДУ ЗАРАСТАНИЯ ЗАЛЕЖИ НА ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Т.В. Комарова

РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва,

taniakomarova999@gmail.com

Глобальное изменение климата является одной из ключевых современных экологических проблем [2]. Принято считать, что парниковые газы являются главной причиной глобального изменения климата. Основными парниковыми газами, которые выделяются почвой в процессе ее функционирования, в порядке их оцениваемого воздействия на тепловой баланс Земли, являются CO_2 , CH_4 и N_2O . Одним из основных факторов, влияющих на изменение потока парниковых газов, является изменение режимов землепользования, включая сведение и восстановление лесов [1].

Целью исследования являлось проведение на представительных объектах разновременной залежи комплексных экологических исследований почвенной эмиссии парниковых газов в условиях Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника.

Исследования проводились на 5 сопоставимых участках разновременных залежей в период с июня по август 2016 года. Сезонные измерения и суточный ход потоков CO_2 in situ проводились с помощью мобильного газоанализатора Li-820 методом напочвенных экспозиционных камер, с параллельным измерением температуры воздуха, температуры и влажности почвы. Также подекадно проводился отбор проб почвенного воздуха в вials для дальнейшего измерения потоков CO_2 , CH_4 и N_2O на газовом хроматографе. Для оценки качества почв и их пулов с отобранные почвенные образцы анализировались в лаборатории (влажность, плотность сложения, pH, содержание гумуса и подвижных форм P_2O_5 и K_2O).

В результате исследования установлено, что интенсивность почвенной эмиссии CO_2 уменьшается с увеличением возраста залежей в 2 раза. Наиболее интенсивные почвенные потоки CO_2 зафиксированы на залежи с травостоем ($64\text{--}65 \text{ г } \text{CO}_2/\text{м}^2 \text{ день}$). Что значительно выше интенсивности почвенных потоков CO_2 на залежи, заросшей березняком возрастом 10–15 лет, где максимальная эмиссия CO_2 достигала $49\text{--}50 \text{ г } \text{CO}_2/\text{м}^2 \text{ день}$. Зависимость почвенных потоков CO_2 от возраста залежных участков фиксировалась в сукцессионном ряду зарастания залежей на протяжении всего сезона исследования. При чем наименьшая

эмиссия CO_2 (29–30 г $\text{CO}_2/\text{м}^2$ день) характерна для экосистемы ельника неморального возрастом старше 120 лет (конечная стадия зарастания залежи). Почвенные потоки CH_4 имеют тенденцию к увеличению при повышенной влажности почвы и понижении температуры. По абсолютным значениям эмиссия CH_4 и N_2O выше на залежи с травостоем.

То есть с увеличением возраста залежей происходит значительное снижение эмиссии парниковых газов, наблюдается стабилизация запасов органического углерода в почве с увеличением растительных и почвенных пулов углерода, что является важной составляющей регионального стока из атмосферы.

Литература

1. *Оценочный доклад* об изменениях климата и их последствиях на территории РФ. Том 1: Изменение климата. – М.: Росгидромет, 2008 г., 227 с.

2. *IPCC: Climate Change 2013: The Physical Science Basis*, Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, // Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013. – P. 867–869.

Работа рекомендована д.б.н., проф. И.И. Васеневым.

УДК 631.4

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРИОЗЕРНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПО ДАННЫМ МИКРОБИОМОРФНОГО АНАЛИЗА ПОЧВ

Н.Ю. Лада

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск,
notka_55@mail.ru

Почва, как природно-историческое тело, постоянно получает информацию о факторах, ее формирующих, и записывает природные особенности в своем профиле в виде микробиоморфных комплексов, сохраняющихся на протяжении длительного времени и являющихся одним из компонентов «памяти» почв (Память почв..., 2008). Микробиоморфы позволяют выявить стадии увлажнения и аридизации территории озер на длительной временной шкале. Приозерные ландшафты являются эталонными объектами для реконструкции увлажненности климата континентальных территорий с аридным климатом.

Работы по палеореконструкциям проводились в экосистемах на склоне юго-западной экспозиции водосбора озера Баган (юг Западной Сибири). Экспериментальные площадки располагались на трансэлювиальном и трансаккумулятивном элементах рельефа. Почвы изученных участков относятся к двум стволам почвенной классификации постлито-генного (солонцы, солончаки) и синлитогенного почвообразования (стратоземы), находящиеся на разных этапах развития (Шишов и др., 2004).

Условия формирования почв приозерных ландшафтов изучались с использованием микробиоморфного и физико-химических анализов. На трансэлювиальной позиции в верхней части профиля стратоземов зафиксировано колебания в фитолитном облике почвы. В связи с изменением климатических условий, приведших сначала к повышению водности р. Баган и соответственно оз. Баган, а затем к ее снижению, происходила трансформация озерной котловины. Это привело к чередованию степных, луговых и тростниковых комплексов растительности в прибрежной зоне. Фитолиты стратифицированных почвенных горизонтов зафиксировали смену гидрологических режимов на исследуемой территории, что подтверждается возрастанием процентного содержания фитолитов тростника и наличием спикул губок. Спикулы губок имеют крупный размер и центральный канал, заполненный илом. Данное обстоятельство говорит о периодическом переувлажнении поверхности почв, а также о переотложении спикул с водными потоками. Этот вывод хорошо согласуется с данными гранулометрического состава.

Верхняя часть профиля стратозема светлогумусового представляет собой отложения водно-аккумулятивного происхождения. В нижней части профиля резко возрастает количество глинистых частиц, почва становится суглинистого и тяжелосуглинистого гранулометрического состава и определяется как погребенный солонец светлый. Профиль солонца светлого был погребен под озерными отложениями береговых фаций.

Микробиоморфный спектр солонца светлого на трансаккумулятивной позиции рельефа зафиксировал незначительное количество микробиоморф. Основная их масса аккумулируется до глубины 30 см. Ниже отмечается преобладание спикул губок. Что может говорить об открытой водной поверхности, связанной с высоким уровнем воды в озере. Профиль солонца светлого был погребен под озерными отложениями береговых фаций, на которых начали формироваться молодые почвы. Условия формирования нижнего горизонта профиля изучаемого солонца совпадает с условиями формирования погребенного солонца стратозема вышележащей почвы.

По полученным данным отмечается несколько этапов увеличения и уменьшения водности озера Баган. В периоды максимального обводнения накапливались продукты механического смыва: пески, супеси, илы. Периоды обводненности сменялись снижением уровня озера, во время которого в прибрежной зоне шло накопление продуктов жизнедеятельности растений в виде фитолитов растений, панцирей диатомей и спикул губок.

Работа рекомендована к.б.н., Н.П. Миронычевой-Токаревой.

УДК 631.43

АППРОКСИМАЦИЯ МОДЕЛИ ГИСТЕРЕЗИСА ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ

В.А. Лазарев, Р.С. Гиневский

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
lviktor.97@mail.ru

Для решения ряда инженерно-мелиоративных задач существует необходимость оценки водоудерживающей способности почвы, или основной гидрофизической характеристики (ОГХ), которая выражается через зависимость объемной влажности почвы θ от капиллярного давления влаги ψ [1–3]. При описании ОГХ есть проблемы учета явления гистерезиса [4], например – сложность построения сканирующих ветвей гистерезисной петли в поворотных точках. *Цель исследования* – обоснование и оценка точности аппроксимации модели гистерезиса водоудерживающей способности почвы [5].

Рассмотрена разработанная на кафедре ВиГС СПбПУ модель гистерезисной ОГХ:

$$\theta = \begin{cases} \theta_r + ((\theta_s - \theta_r)/2) \operatorname{erfc}((n\sqrt{\pi}/4) \ln(-\alpha(\psi - \psi_{ae}))), & \psi < \psi_{ae}; \\ \theta_s, & \psi \geq \psi_{ae}; \end{cases} \quad (1)$$

Для преобразования этой модели применена упрощенная аппроксимация Виницкого:

$$\theta \approx \begin{cases} \theta_r + (\theta_s - \theta_r) / (1 + (-\alpha(\psi - \psi_{ae}))^n), & \psi < \psi_{ae}; \\ \theta_s, & \psi \geq \psi_{ae}. \end{cases} \quad (2)$$

По точкам главных ветвей измеренной ОГХ песчаной почвы [6] идентифицированы параметры модели (1), реализованной в компьютер-

ной программе «HYSTERESIS» [7]. Для вычисления сканирующих ветвей в поворотных точках применена аппроксимация (2).

Выводы. Соотношение (2) позволяет найти корректное решение в поворотных точках петли гистерезиса водоудерживающей способности почвы. Высокое значение коэффициента корреляции ($R = 0.995$) между результатами расчета сканирующих ветвей петли гистерезиса и опытными данными доказывает обоснованность применения и высокую точность аппроксимации (2) при моделировании водоудерживающей способности.

Литература

1. *Полуэктов Р.А., Опарина И.В., Терлеев В.В.* Три способа расчета динамики почвенной влаги // Метеорология и гидрология. – 2003. – № 11. – С. 90–98.

2. *Полуэктов Р.А., Терлеев В.В.* Моделирование водоудерживающей способности и дифференциальной влагоемкости почвы // Метеорология и гидрология. – 2002. – № 11. – С. 93–100.

3. *Заславский Б.Г., Терлеев В.В.* Моделирование гидрофизических характеристик почв // Сб. «Автоматизация науч. исслед. и проект. АСУ ТП в мелиорации», Фрунзе, 1988.

4. *Терлеев В.В., Топаж А.Г., Мишель В., Гурин П.Д.* Моделирование водоудерживающей способности почвы на основе представлений о капиллярном гистерезисе и логнормальном распределении пор по размерам: теория // Агрофизика. – 2014. – № 1 (13). – С. 9–19.

5. *Гурин П.Д., Терлеев В.В.* Использование логнормального распределения эффективных радиусов почвенных капилляров для моделирования водоудерживающей способности почвы // Сб. «XL НЕДЕЛЯ НАУКИ СПбГПУ». СПб.: СПбГПУ, 2011. – С. 319–321.

6. *Huang H.C., Tan Y.C., Liu C.W., Chen C.H.* A novel hysteresis model in unsaturated soil // Hydrological Processes. – 2005. – V. 19. – pp. 1653–1665.

7. *Терлеев В.В., Топаж А.Г., Гурин П.Д.* Программа «HYSTERESIS» для расчета сорбционных и десорбционных ветвей петли гистерезиса водоудерживающей способности почвы // В сб. «Материалы науч. сессии по итогам 2012 г.» СПб.: АФИ, 2013. – С. 161–166.

Работа выполнена при поддержке РФФИ № 16-04-01473-а.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. В.В. Терлеевым.

Водорастворимые органические вещества (ВОВ) представляют собой широкий спектр молекул от простых кислот и сахаров до сложных гумусовых веществ с большой молекулярной массой (Мооре, 1998). Эти соединения играют огромную роль в транспорте различных веществ, таких как азот, фосфор и поллютанты, в частности, тяжелые металлы, содействуя их миграции по почвенному профилю и в грунтовые воды. ВОВ также играет оказывает большое влияние на почвообразование (особенно в подзолах). Вынос ВОВ в реки и океаны – это часть глобального цикла углерода. Цель работы – выявить основные закономерности и особенности распределения углерода ВОВ в верхних горизонтах основных типов почв.

Объектами исследования являлись верхние горизонты основных зональных почв, а также некоторых интразональных почв Русской равнины: подзолы иллювиально-железистый и иллювиально-гумусовый, дерново-подзолистая, серая лесная, серая лесная пахотная, темно-серая лесная почвы, черноземы выщелоченный, типичный, обыкновенный, чернозем луговой, каштановая, стратозем, аллювиальная дерновая, солодь и солонец. В образцах почв определяли общее содержание углерода методом сухого сжигания, измеряли pH водной вытяжки потенциометрически на pH-метре Mettler Toledo Seven Multi и концентрацию углерода ВОВ на анализаторе Shimadzu TOC-VCPN с приставкой TNM-1. Водную вытяжку готовили при соотношении почва:раствор 1:10 и фильтровали через мембранные фильтры с диаметром отверстий 0.45 мкм с помощью вакуум-насоса (Millipore Vacuum Pump XF54 230 50).

Гранулометрический состав почв меняется от песков и супесей в подзолах до легких суглинков в дерново-подзолистой и серых лесных почвах и средних суглинков в черноземах.

Исследования кислотности показали, что реакция среды в зональном ряду почв закономерно изменяется: подзолы имеют самую кислую реакцию среды (pH 4.6); черноземы – реакцию среды, близкую к нейтральной (pH = 6.0–6.2). Общее содержание углерода минимально в подзолах и серых лесных почвах (1.2–1.3 %), увеличивается в каштановой и дерново-подзолистой почвах (1.5–2.8 %) и достигает максимума в темно-серой почве и черноземах (6.3–6.7 %).

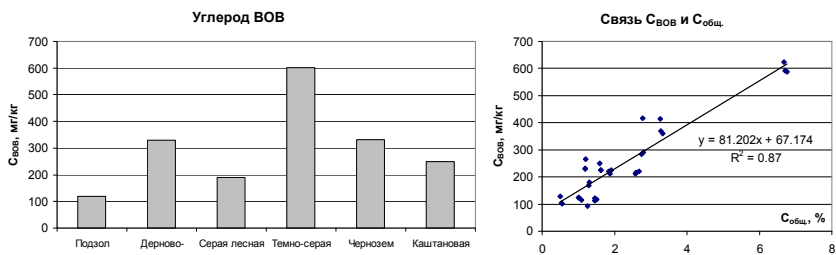


Рисунок. Содержание углерода ВОВ (среднее из трех повторностей, слева) и его связь с общим содержанием углерода (справа) в почвах зонального ряда.

Содержание углерода ВОВ нарастает от 120 до 600 мг/кг в ряду подзол < серая лесная < каштановая < дерново-подзолистая = чернозем < темно-серая лесная почва (рисунок). При этом его доля в общем содержании углерода максимальна в серой лесной и каштановой почвах (1.7–1.8 %). Выявлена тесная прямая связь содержания углерода ВОВ с общим содержанием углерода во всех почвах ($R^2 = 0.53$) или весьма тесная прямая связь во всех почвах, за исключением черноземов ($R^2 = 0.87$).

Таким образом, содержание углерода ВОВ прямо связано с общим содержанием углерода в почвах и определяется преимущественно их типом.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Г.Н. Копчик.

УДК 504.03

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОЦЕНКИ ОБЩЕСТВЕННОЙ ЦЕННОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПЕСТИЦИДАМИ

Н.А. Марахова

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
zenafelekca@gmail.com

Для адекватного стоимостного учета последствий применения пестицидов и процессов самоочищения компонентов биогеоценоза (в том числе почвы) предлагается использование показателя ценности земли для общества. Рыночная стоимость земли не может выступать в качестве искомого показателя при проведении оценки, учитывающей экологические факторы. Оценочная формула общественной ценности земли имеет следующий вид:

$$SLV=SV+DV+IV-D$$

где SLV – общественная ценность земли; DV – стоимость прямого использования; IV – стоимость косвенного использования; SV – собственная стоимость почвы; D – ущерб.

Ценность земли для общества в части прямой стоимости использования может быть исчислена на основании показателя валовой выручки. В части косвенной стоимости использования данный показатель должен быть дополнен оценкой дополнительных экосистемных услуг земли. В связи с загрязнением пестицидами окружающая среда выполняет ряд экосистемных услуг защиты, которые могут и должны быть включены в эколого-экономическую оценку сельскохозяйственных земель.

В качестве инструмента эколого-экономического анализа экосистемных услуг защиты биогеоценоза от загрязнения пестицидами можно рекомендовать использовать зависимости, представленные ниже.

Оценка через стоимость жизни человека:

$$ES = \left(\frac{\mathcal{E}(T_{ж}) \times N}{r} - \frac{C_p + \sum_{i=1}^n R_i \times N \times P_i}{r} \right) / S,$$

где $\mathcal{E}(T_{ж})$ – экономический эквивалент стоимости жизни человека возраста $T_{ж}$; S – площадь пашни в районе, га; N – средняя численность по районам; C_p – затраты на внесение пестицида; R_i – риск заболеть i -ой болезнью из-за действия фактора; P_i – стоимость лечения i -ого заболевания; r – ставка дисконта; i – вид заболевания; n – количество заболеваний, вызываемых действием фактора.

Подход через почвенные процессы:

$$ES = \frac{\sum_{i=1}^n N_{ni} \times P_i}{r \times S},$$

где N_{ni} – количество людей, которые не пострадали от влияния фактора в результате действия экосервисов; P_i – стоимость лечения i -ого заболевания, руб; r – ставка дисконта, доли единиц; S – средняя площадь пашни в районе, га; i – вид заболевания; n – количество заболеваний.

Апробация полученных зависимостей для условий Курской области (на 2010 год) дали следующие результаты: для подхода, основанного на эквиваленте стоимости человеческой жизни, получена оценка услуги $8.9 \cdot 10^6$ руб/га; для подхода, основанного на анализе закономерностей трансформации пестицидов почвой, получена оценка: 1449.5 руб/га.

Для практической оценки можно рекомендовать использовать способ на основе эквивалента человеческой жизни ввиду его универсальности. В данном подходе отсутствует необходимость выделять отдельные экосистемные услуги и искать их экономические интерпретаторы, достаточно сделать поправку на присутствующие на оцениваемой территории типы ущерба.

Ценность земли для общества может являться ориентиром для обоснования целесообразности внедрения проектов эксплуатации природы; служить базой для земельного налога и иных платежей в экономике (штрафов, компенсационных платежей и т.п.).

Работа рекомендована к.б.н., с.н.с. Е.В. Цветновым.

УДК 631.4

НАСЛЕДУЕМЫЕ И ПРИОБРЕТЕННЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВ И ТЕХНОГЕННЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ РАЗНЫХ УРБОПЕДОКОМПЛЕКСОВ г. ПЕРМИ

Н.В. Митракова, Е.В. Агафонова

Пермский государственный национальный исследовательский
университет, mitrakovanatalya@mail.ru

Почвенный покров городов характеризуется сложной мозаичной структурой, обусловленной частой сменой почв и почвоподобных образований, поэтому в г. Перми рекомендовано выделять урбопедокомплексы (УПК) – комбинации почв и техногенных поверхностных образований в пределах одной функциональной зоны на одинаковых почвообразующих породах (Еремченко и др., 2016).

Цель работы – сравнить свойство корнеобитаемых слоев (0–15 см) почв и ТПО в УПК, образованных на разных почвообразующих породах, разных ключевых участках (КУ): элювиально-делювиальных суглинках (КУ-1), древнеаллювиальных песках (КУ-2), маломощных делювиальных суглинках, подстилаемых песками и супесями (КУ-3), аллювиальных породах (КУ-4). Разнообразие исследуемых почв представлено урбостратоземами, в том числе торфяно-эутрофированными, квазиземами торфяными, урбопсаммоземами и литостратами. Следует отметить, что квазиземы торфяные в условиях г. Перми образуются путем отсыпки низинного торфа на поверхность с целью окультуривания, характеризуются наличием горизонта – слоя RT (рекультивационного торфяного). Урбостратозем торфяно-эутрофированный образуется со временем из квазизема торфяного. Торф преобразуется, становится не

кислым, уменьшается содержание органического вещества, привносятся карбонатные и другие включения. Формируется горизонт урбик торфяно-эутрофированный, но для этого требуется несколько десятилетий.

Почвы и ТПО исследуемых УПК характеризовались относительно высоким содержанием органического углерода (табл. 1), что обусловлено участием в почвенном покрове квазиземов торфяных и урбостратоземов торфяно-эутрофированных. Поверхностные слои почв и ТПО имели преимущественно нейтральную и слабощелочную реакцию из-за присутствия карбонатных строительного-дорожных материалов и применения антигололедных солей.

Почвы и ТПО УПК на элювиально-делювиальных суглинках имели высокую емкость поглощения благодаря гранулометрическому составу и содержанию органического вещества. Емкость поглощения почв и ТПО УПК на маломощных делювиальных суглинках, подстилаемых песками и супесями, а также на аллювиальных породах – выше средней. В УПК на древнеаллювиальных песках отмечены наиболее низкие значения емкости поглощения. По содержанию подвижных фосфатов не установлено достоверных различий между почвами ключевых участков, в целом они среднеобеспечены фосфором. Пониженными значениями доступного калия характеризовались почвы и ТПО урбопедокомплексов на аллювиальных и древнеаллювиальных породах относительно легкого состава. Подвижность тяжелых металлов в исследованных почвах и ТПО низкая, что обусловлено нейтрально-щелочной реакцией среды.

Таким образом, корнеобитаемые слои городских почв и техногенных поверхностных образований разных УПК обладают некоторыми свойствами, наследуемыми от исходных почвообразующих пород разного генезиса и гранулометрического состава, а именно емкостью катионного обмена и обеспеченностью калием. Общими приобретенными свойствами почв и ТПО являются нейтрально-слабощелочная реакция среды, повышенная обеспеченность органическим веществом, карбонатность, уровень подвижности фосфора и тяжелых металлов.

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.З. Еремченко.

Таблица 1. Физико-химические и химические свойства почв и ТПО

КУ	Кол-во проб и показатель		Сорг, %	рН вод	рН сол	ЕКО, мг-экв/100 г	P ₂ O ₅	K ₂ O	CO ₃ , %	Подвижность		
							мг/100 г			-lg[Pb]	-lg[Cd]	-lg[Cu]
1	28	М	5.56	7.30	6.71	39.70	6.6	26.8	0.47	8.84	7.13	8.84
		m	1.00	0.13	0.17	2.55	0.32	2.09	0.10	0.21	0.11	0.21
2	15	М	3.95	7.89	7.25	23.49	7.6	15.5	0.20	8.03	6.69	9.45
		m	1.04	0.29	0.11	3.85	1.21	2.41	0.03	0.07	0.08	0.21
3	13	М	4.55	7.54	6.74	27.18	5.4	28.0	0.19	8.05	6.24	8.03
		m	1.63	0.14	0.18	4.59	0.95	2.56	0.27	0.17	0.09	6.74
4	17	М	4.37	7.86	7.15	29.28	5.2	19.8	0.17	8.35	6.53	9.32
		m	0.71	0.06	0.08	2.79	1.11	2.25	0.04	0.13	0.11	0.14

ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ ПОДСТИЛОК И ПОЧВ ЛЕСОВ
СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Д.А. Полосухина

Сибирский федеральный университет; Институт Леса им. В.Н. Сукачева
СО РАН, Красноярск, dana_polo@mail.ru

В настоящее время в мировой науке известно два основных направления изучения поведения стабильных изотопов в почве это: реконструкция условий окружающей среды и индикация почвенных процессов.

Анализ изотопного состава азота и углерода позволяет исследовать механизм процессов почвообразования, оценить роль растительности и микроорганизмов в процессе гумификации, а так же проследить транспорт и трансформацию углерода и азота внутри системы и использовать их в качестве интегральных показателей интенсивности многих почвенных процессов.

Целью данной работы являлось изучение особенностей формирования изотопного состава подстилок и почв разных типов леса средней тайги Средней Сибири, а также определение запасов органического углерода и азота.

Исследования проводились в южной части Туруханского района Красноярского края в древостоях наиболее характерных для среднетаежной подзоны Средней Сибири. Сбор материала осуществлялся в сосняках беломошном и зеленомошном, близ мачты ЗОТТО, расположенной в районе поселка Зотино (60° с.ш., 89° в.д.). Район исследований находится в пределах Кеть-Сымской низменности на левобережье реки Енисей. На правобережье реки Енисей сбор материала проводился в тёмнохвойном елово-пихтовом насаждении, на возвышенном уступе Центрально-Сибирского плоскогорья. Типичными почвами данного региона являются подзолы.

Образцы травяно-кустарничкового, мохово-лишайникового яруса и подстилки отбирались в каждом типе леса методом укусов в не менее чем 10 повторностях ($S = 50 \text{ см}^2$) на трансекте длиной 10 м. В лабораторных условиях образцы доводились до абсолютно сухого состояния. Образцы горизонтов минеральной почвы отбирались из почвенных разрезов методом режущего кольца ($V = 100 \text{ см}^3$). Далее образцы почвы просеивались через сито (2 мм) и доводились до абсолютно сухого состояния. Все отобранные образцы перед элементным анализом гомогенизировались путём измельчения в вибрационной мельнице ММ 200.

Содержание общего углерода и азота, а также их изотопного состава ($\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$) определялись на IRMS.

Согласно полученным данным основные запасы углерода в лесах Сымско-Дубченского лесорастительного округа аккумулируются в горизонте подстилки (более 40%). Сужение отношения C/N с глубиной в результате минерализации ОВ, поступающего на разложение, сопровождается утяжелением изотопного состава C и N. Так содержание тяжелого изотопа $\delta^{13}\text{C}$ в почвенном профиле сосняка лишайникового увеличивается с глубиной: от -26.54 ‰ в горизонте Ah до -22.84 ‰ в горизонте C2. Концентрация N по профилю неравномерна. В почвенном профиле елово-пихтового типа леса содержание C снижается с глубиной от 4.6 % в А горизонте до 0.04 в В горизонте.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (РНФ) (проект 14-24-00113).

Работа рекомендована к.б.н., А.С. Прокушкиным.

УДК 631.4

ПРИОЗЕРНЫЕ СОЛОНЧАКИ ШИРИНСКОЙ СТЕПИ (ЧУЛЫМО-ЕНИСЕЙСКАЯ ВПАДИНА)

С.В. Попова

Национальный исследовательский Томский государственный
университет, svpopova94@gmail.com

При исследовании засоленных почв прибрежные солончаки вызывают особый интерес, поскольку находятся на территориях, подверженных повышенной антропогенной нагрузке. Располагаясь в понижениях рельефа, данные природные объекты могут накапливать в себе загрязнители, отражая качество окружающей среды. Вместе с тем, они являются неотъемлемой частью почвенного разнообразия уникальной территории и, соответственно, нуждаются в охране. Вышеперечисленные факты актуализируют изучение солончаков и как в качестве компонента ландшафтов, являющегося индикатором состояния приозерных экосистем, и, в целом, как объектов исследования, формирующихся под действием специфических условий почвообразования.

Бессточные депрессии Ширинской степи, как правило, являются местным базисом, аккумулирующим соли с водосборных площадей озерных котловин. Главными источниками солей на таких территориях являются осадки, минеральное выветривание, жизнедеятельность галофитных растений, ископаемые соли, а также поверхностные и грунтовые воды.

Объектами изучения послужили почвы котловины озера Красное Озерко (54°40'18" с.ш.; 90°21'18" в.д.), расположенные в непосредственной близости от водного зеркала: в семи и двадцати метрах от уреза воды.

В результате проведенных лабораторно-аналитических работ выявлено варьирование гранулометрического состава по профилю от средне- до тяжелосуглинистого, поскольку исследуемые солончаки подвержены как динамическому влиянию озерных вод, так и склоновых процессов.

Мощность гумусово-аккумулятивного горизонта исследуемых почв небольшая (~7 см), что обусловлено низкой активностью микроорганизмов и незначительной глубиной проникновения корневых систем растительности, представленной преимущественно галофитными и солеустойчивыми видами. Органическое вещество большей частью в изучаемые объекты поступает извне, под действием склоновых процессов с повышенных участков рельефа, количество его составляет 1–4 %.

Почвы имеют слабощелочную реакцию среды (до 7.8 единиц), что обусловлено присутствием солей углекислоты. Объекты характеризуются наличием сплошного пропитывания карбонатом кальция (от 1.5 % до 5 % CO_2), а также скоплением в пустотах агрегатов сернокислого кальция (от 0.04 % до 6.52 % SO_4^{2-}).

В составе водной вытяжки в большей части слоев профиля преобладают сульфаты, что связано, скорее всего, с присутствием гипса, при этом один солончак, согласно полученным данным, находится в стадии прогрессивного засоления, а другой – претерпевает начальные стадии рассоления. В гумусовых поверхностных горизонтах выявлены токсичные соли в количестве, превышающем общепринятые пороги токсичности.

В целом, среди особенностей исследуемых почв можно выделить слоистость профиля, значительное содержание органического вещества, при изреженном или фрагментарном растительном покрове, представленном галофитами, карбонатность всего профиля, наличие гипса.

Работа рекомендована к.б.н., доц. А.В. Родиковой.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ЭКОСИСТЕМНЫЕ СЕРВИСЫ ГОРОДСКИХ ПОЧВ В РАЗЛИЧНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗОНАХ г. МОСКВЫ

О.Н. Ромзайкина

Российский университет дружбы народов, г. Москва, olrom92@mail.ru

Актуальность и постановка проблемы. В условиях высоких темпов урбанизации качество жизни населения и состояние окружающей среды зависит от устойчивого функционирования городских экосистем в целом и их отдельных компонентов. Почва – ключевой компонент городской среды. Городские почвы выполняют важные экологические функции (очищение воздуха и поверхностных вод, нейтрализация вредных веществ и сохранение зеленых насаждений) и обеспечивают экосистемные сервисы. Одним из ключевых регулирующих сервисов городских почв является – поглощение и нейтрализация загрязняющих веществ, к которым относятся тяжёлые металлы, нефтепродукты и ароматические соединения. В условиях города такие вещества могут иметь различные пути попадания в почву: промышленность, транспорт и бытовые отходы.

Дискретность и разнообразие функциональных зон в городе (например, игровые площадки, школы, жилые дома, промышленные объекты, зеленые насаждения и парки) обуславливают высокое пространственное разнообразие городских почв, их функций и сервисов. Это создает условия для быстрой миграции опасных веществ в селитебные и рекреационные зоны. Анализ пространственного распределения содержания тяжелых металлов и бенз(а)пирена в городских почвах необходим для оценки регулирующих сервисов в различных функциональных зонах города.

Объекты и методы исследования. В ходе исследования были проанализированы результаты отбора городских почв на территории города Москвы в различных функциональных зонах, включающих рекреационные (лесопарки, скверы, городские газоны), селитебные и строительные объекты. Отбор образцов проходил в 2015–2016 годах в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83 и ГОСТ 17.4.4.02-84 на глубину 0.0–0.2 м; 0.2–1.0 м и 1.0–2.0 м. В отобранных образцах были определены химические свойства почв (pH_{KCl} по методу ЦИНАО, массовая доля нефтепродуктов флуориметрическим методом, массовая доля бенз(а)пирена методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, массовая доля тяжелых металлов (Ni, Cu, Zn, Pb, Cd, As, Cr, Mn, Co) методами атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектроскопии и общей ртути на анализаторе ртути РА-915+ с приставкой РП-91С). Результаты химиче-

ских исследований были обработаны с использованием ГИС-ПО QGIS 2.14 для создания общей картосхемы объектов исследования и программы R для составления карт распределения тяжелых металлов с помощью методов геостатистики.

Результаты и обсуждения. Для всех функциональных зон было отмечено превышение содержания бенз(а)пирена по среднему значению, в дворовых территориях оно достигает 0.06 мг/кг. Превышение Pb отмечено в почвах газонов вдоль дорог (33.06 ± 3.64 мг/кг), также в почвах данной зоны выявлены превышения Ni (8.20 ± 2.19 мг/кг) и Co (5.30 ± 0.78 мг/кг). Для дворовых территорий отмечено превышение содержания таких тяжелых металлов, как Cu (69.59 ± 6.31 мг/кг) и Co (2.92 ± 0.18 мг/кг). Для парков превышения содержания таких тяжелых металлов не выявлено. Анализ картосхем распределения тяжёлых металлов, нефтепродуктов и бенз(а)пирена в сравнении с нормативными значениями (ОДК) для почв различной кислотности и гранулометрического состава позволит оценить реализацию регулирующего сервиса почв в различных функциональных зонах города Москвы, а также выделить зоны повышенного риска и перспективные зоны города для рекреационных и жилых объектов.

Работа выполнена при поддержке Гранта РФФИ № НК 15-34-70003 мол_мос.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Агробιοтехнологического департамента Аграрно-технологического института РУДН В.И. Васеневым.

УДК 551.44

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В КУЛОГОРСКИХ ПЕЩЕРАХ (ПИНЕЖСКИЙ РАЙОН, АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.М. Седова

Санкт-Петербургский государственный университет a.sedova@spbu.ru

Объектом исследования являются крупнейшие по протяженности на Европейской части России Кулогорские пещеры. Кулогорский карстовый массив заложен в гипсово-ангидритовой толще нижнепермского возраста и приурочен преимущественно к гипсам. Сверху гипсы перекрываются трещиноватыми доломитами и водно-ледниковыми четвертичными отложениями. В пещере находится несколько озёр глубиной до 3 м, есть постоянные и временные водные потоки. Средняя температура воздуха 2.5–3.0 °С. Во время весеннего паводка уровень воды в пещерных озерах может повышаться на 1.5 м. Изучение вторичных

водно-механических отложений (ВМО) позволяет делать выводы о гидродинамических, гидрохимических и термодинамических условиях карстового массива на разных стадиях спелеогенеза. Для изучаемых пещер характерны ВМО озерного типа, которые образуются в слабoproточных условиях. Они представлены глинами, суглинками и алевроитами с карбонатно-глинистым и сульфатным цементом. Основным источником для поступления этого материала являются паводковые воды, но также в этих отложениях присутствует остаточный глинисто-алевритовый материал и мелкие обломки вмещающих пород, упавшие со свода пещеры (Малков В.Н. и др., 2001). Образцы для исследования отбирались Архангельской спелеологической ассоциацией «Лабиринт» в двух пещерах: Водная (К-4) и Кулогорская Троя (К-13). В пещере К-4 проба (К-4) отобрана из литифицированных аллювиальных отложений в карстовом канале. В пещере К-13 отобраны три пробы: одна (К-13) также из литифицированных отложений (ход Палеозаполнитель, разрез 1), две из нелитифицированных современных отложений: К-13-1 (ход Палеозаполнитель, разрез 1 и К-13-2 (ход Западный приток). Были изучены некоторые гидрохимические особенности вод в этих пещерах. Измерения проводили портативным кондуктометром DiST WP и портативным pH-метром pHep+, измерения которого контролировали с помощью раствора универсального индикатора с цветовой шкалой (производства Кризмас+). Проводился качественный анализ на сульфаты методом осаждения сульфат-ионов раствором хлорида бария. Установлено, что минерализация воды и содержание в ней сульфат-ионов находятся в прямой пропорциональной зависимости. pH в озерах меняется от слабokислых (6.5) до нейтральных (7.2). Результаты определения содержания органического углерода и карбоната в породах представлены в табл.

Таблица. Содержание углерода органических соединений и углерода карбонатов.

Показатель	Литифицированные		Нелитифицированные	
	К-4	К-13	К-13-1	К-13-2
C _{орг} , %	0.4	0.6	1.3	1.1
CO ₂ , %	21.5	27.0	17.2	17.4

Нелитифицированные современные отложения содержат меньше карбонатов, чем ВМО из нижней части разреза. По всей видимости, при испарении в условиях, близких к равновесным, для осаждения карбонатов из озерных сульфатно-карбонатных вод достаточно нейтрального значения pH, и минерализации около 700 мг/л. На осаждение оказывают влияние наличие температурного градиента, с которым связано измене-

ние минерализации, а также содержание органического вещества, способствующего осаждению карбонатных минералов.

Вывод: на более ранних стадиях развития условия данной спелеосистемы отличались от современных.

Работа рекомендована доц. Санкт-Петербургского государственного университета М.А. Надпорожской и председателем Архангельской спелеологической ассоциацией «Лабиринт» Н.А. Францем.

УДК 631.42, 504.3, 332.36

ДЕГРАДАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ И ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.М. Сафарова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
ajsylusafarova@yandex.ru

Астраханская область является уникальной территорией, сочетающий в себе высокий сельскохозяйственный и рекреационный потенциал за счет своих агроклиматических ресурсов и наличия такого важного географического элемента, как дельта реки Волга. Однако многие территории данного региона, подверженные негативным последствиям ведения хозяйства, нуждаются в пересмотре способов и видов землепользования для последующего сохранения свойств и функций земель.

Целью данной работы является оценка деградации земель Астраханской области на уровне региона по данным дистанционного зондирования, и с последующим агрохимическим анализом ключевых участков на уровне отдельных хозяйств.

В первую очередь, состояние земель оценивали через вегетационный индекс NDVI, характеризующий состояние растительности. Карта динамики NDVI составленная за период с 2001 по 2015 год четко разделила область по природно-климатическим регионам: Волго-Ахтубинская пойма (изменение вегетационного индекса незначительны), северная часть области, лежащая в пределах степной зоны с максимальным снижением NDVI (до 40 %), и южная часть, находящаяся в зоне полупустыни с зафиксированным наибольшим увеличением NDVI (до 20 %). Анализ экономических показателей сельского хозяйства с 2008 по 2014 год выявило, что районы с отрицательной динамикой NDVI занимаются преимущественно растениеводством. За рассматриваемый период в них наблюдается отрицательный прирост урожайности сельскохозяйственных культур, продуктов растениеводства, и наиболь-

шее сокращение количества сельскохозяйственной техники, что косвенно свидетельствует о забрасывании пашни и переходе ее в залежь. Зона роста вегетационного индекса приурочена к животноводческим районам. Здесь за рассматриваемый период произошло увеличение показателей поголовья скота, прироста продукции животноводства и реализации продукции.

Что касается влияния климата на данную территорию, по данным трех метеорологических станций – Верхний Баскунчак, Астрахань и Лагань, в период с 2009 по 2011 год на всех трех метеостанциях резко увеличился индекс аридности, однако в последующие годы и в предыдущие, он колебался незначительно – с 0.15 (Астрахань), до 0.25 (Лагань).

Агрохимический анализ почвенных образцов из трёх ключевых точек Астраханской области с различной динамикой NDVI выявил снижение запасов минеральных веществ на возделываемой пашне, участке соответствующему максимальному снижению NDVI. Различия на участке залежи (небольшое изменение NDVI) и юге дельты Волги (максимальное повышение NDVI) незначительны, однако запасы подвижного фосфора и электропроводность почвенной вытяжки выше в залежи, что говорит о недавнем выведении земель из активного сельскохозяйственного оборота. Геоботаническое описание местности свидетельствует о том, что повышения вегетационного индекса на юге дельты связано с зарастанием территории.

Работа рекомендована д.б.н., проф. П.В. Красильниковым.

УДК 631.4

МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И СТРАТИГРАФИЯ ПОЗДНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ПАЛЕОПОЧВ РАЗРЕЗА ЯМСКАЯ СТЕПЬ (БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

М.А. Коркка¹, Г.В. Рыбин²

¹ФГБУ ГЗ «Белогорье», Белгородская обл., Россия,
maria.a.korkka@gmail.com

²СПбГУ, Санкт Петербург, Россия, georybin@gmail.com

Изучение разреза Ямская степь (ФБГУ ГЗ «Белогорье», Белгородская обл.) было начато в 2006 г., в рамках почвенно-географических исследований заповедника. В течение 7-ми лет этот объект служил объектом открытой экспозиции для демонстрации целинного (косимый участок) миграционно-мицелярного чернозема, сформированного на лессовидных суглинках – типичного представителя нераспаханного

участка луговой степи в пределах южного ската Среднерусской возвышенности. Начиная с 2014 г. первоначальный разрез был углублен до глубины ~6.5 м и существенно расширен с целью изучения лессово-почвенного комплекса, сформированного за хроноинтервал последнего макроцикла (т.е. за последние ~150 тыс. л.). Немаловажную ценность имеет тот факт, что разрез приурочен к плоской поверхности местного водораздела, что минимизирует поступление аллохтонного материала в результате склоновых процессов в пределах места исследования.

Вскрытая сложноорганизованная почвенно-седиментационная толща, подстилаемая олигоценовыми песками, включает почвы и педоседименты позднего плейстоцена и голоцена.

Нами выделены следующие этапы формирования гетерохронной толщи:

- Голоценовый целинный миграционно-мицелярный чернозем, сформированный в поздневалдайских лессовидных суглинках (МИС1 и МИС2 (Морская Изотопная Стадия);

- Брянская палеопочва (МИС3), представленная двумя ритмами почвообразования, профили которых нарушены процессами криогенеза;

- Ранневалдайская пачка (МИС4), представленная двумя педоседиментами инициального полугидроморфного педогенеза, подстилаемыми супесью;

- Две ранневалдайские гидроморфные палеопочвы (МИС5a-d): маломощная серогумусовая и темногумусовая глеевая;

- Серия горизонтов [BTg1]–[BTg2]–[G] микулинской межледниковой почвы (МИС5e), сформированной на двучленном наносе (лессовидные суглинки-олигоценовые пески).

Разрез Ямская степь, заложенный в пределах современных водораздельных территорий, представляет большую ценность для изучения палеогеографической обстановки Среднерусской возвышенности. Здесь сохранились основные лессово-почвенные реперы последнего макроцикла, отражающие кратковременные колебания климата в криоаридно-криогумидной амплитуде: средневалдайские почвы, представленные в виде двух ритмов педогенеза, палеопочвы и криоструктуры раннего Валдая и текстурно-дифференцированная почва предыдущего межледниковья. Все описанные палеопочвы сформированы на плоских поверхностях или в пределах пологих склонов и сохранились *in situ*. Дальнейшие исследования дадут более точную характеристику данного объекта и позволят реконструировать подробную запись климатических изменений в пределах Среднерусской возвышенности.

Работа рекомендована проф., д.г.н. Русаковым А.В.

ВЛИЯНИЕ ГОРОДСКОЙ ДОРОЖНОЙ ПЫЛИ НА ВСХОЖЕСТЬ И ВЛАГОЗАВЯДАНИЕ РАСТЕНИЙ НА ПОЧВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

О.М. Сергиенко

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
suslikvsem@gmail.com

Для озеленения придорожных полос на территориях города создаются специальные почвенные конструкции, которые во время эксплуатации загрязняются тяжелыми металлами, нефтепродуктами, дорожной пылью. Последняя влияет на сорбционные характеристики почв и, соответственно, на их водоудерживающую способность и доступность почвенной влаги для растений. Это ведет к негативному воздействию на растительный покров.

Целью нашей работы являлось провести биотестирование почвенных образцов, служащих типичными составляющими конструкторов города Москвы, разной степени загрязненности дорожной пылью путем определения влажности устойчивого завядания проростков растений.

В исследовании использовались следующие субстраты: А(пах) урбанозема г. Москвы, отобранный на территории почвенного стационара МГУ; песок карьерный; торф низинный, пакетизированный, обогащенный «Селигер»; смесь, содержащая вышеперечисленные горизонты в определенных пропорциях. Для проращивания выбирались растения, используемые в методиках по определению влажности устойчивого завядания и для биодиагностики: подсолнечник Воронежский 638; горчица белая, сорт «Рапсодия»; овес обыкновенный; пшеница для проращивания фирмы Arivera. Пыль была собрана в Москве на Минской улице в июле 2015 года. Был использован метод вегетационных миниатюр. Количество пыли, добавляемой в субстраты в условиях лаборатории, имитировало 10-летнюю степень загрязнения при среднем уровне поступления пыли.

Ежедневно проводился контроль влажности почв, измерение размеров проростков, анализ их внешнего вида, в конце эксперимента измерялась конечная биомасса растений. Полученные экспериментальные данные показали, что дорожная пыль угнетает рост и развитие растений, причем наименее устойчива к её токсическому воздействию горчица, в меньшей степени злаковые, а у подсолнечника происходит задержка роста и дальнейшего развития. Определение влажности завяда-

ния растений показало закономерно низкие величины, характерные для песка, и высокие – для торфа. Наиболее чувствительными к недостатку влаги являются проростки овса, а наиболее засухоустойчивыми – подсолнечника.

Работа рекомендована д.б.н., проф. А.Б. Умаровой.

УДК 631.4

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА СОРБЦИОННУЮ ФУНКЦИЮ ПОЧВЫ

Ю.В. Симонова

Санкт-Петербургский государственный университет, uvsim@yandex.ru

Сорбционная функция является одной из самых востребованных экосистемных услуг почвы в естественных, а тем более в антропогенных ландшафтах. Используемый термин «сорбционная функция» призван отразить мультиспособность почвы управлять одновременно рециклингом воды, элементов питания и элементов-поллютантов.

Для сравнения сорбционной функции выбраны 4 объекта, различающиеся по уровню антропогенной нагрузки, в том числе почвы Санкт-Петербурга (урбиквазизем и дерново-подзолистая урбистратифицированная) и почвы Лисинского лесхоза Тосненского района Ленинградской области (ненарушенная дерново-элювиально-метаморфическая под лесом и агродерново-элювозем на границе с лесом).

Оценка сорбционной функции производилась исходя из соображений, что важнейший вклад в механизмы ее реализации принадлежит почвенному органическому веществу. Для интерпретации качества оказания экосистемной услуги – проявления сорбционной функции, и понимания роли здесь органического вещества почвенные образцы были дегумифицированы в условиях лабораторного эксперимента (выполнено окисление H_2O_2 многократной обработкой при нагревании). Значение органического вещества оценивалось путем сопоставления показателей емкости катионного обмена (ЕКО), удельной поверхности, содержания различных форм тяжелых металлов (ТМ) и изотерм адсорбции-десорбции оригинальных и модифицированных образцов гумусовых горизонтов.

Результатами исследования выявлено уменьшение удельной поверхности в рассматриваемом ряду вследствие обработки (от 1.3–1.4 в городских почвах до 2 раз в агродерново-элювоземе), а также заметное снижение способности дегумифицированных почв к адсорбции водяно-

го пара во всей гигроскопической области влажности. Кроме того, графиками изотерм адсорбции-десорбции водяного пара было показано изменение формы петли гистерезиса, которое подразумевает смену характера порового пространства и увеличение степени геометрической и энергетической неоднородности твердого компонента почвы.

Анализ распределения тяжелых металлов по фракциям обнаружил серьезный вклад фракции ТМ, связанной с органическим веществом. При этом он варьирует в зависимости от сродства того или иного металла к органическому веществу, содержания органического вещества, валового содержания металла.

Величины ЕКО, рассматриваемые в качестве критериев оценки сорбционной функции в отношении обменных катионов, при сравнении исходных и дегумифицированных образцов демонстрируют неблагоприятные тенденции в гумусовых горизонтах городских почв. Если в элювиально-метаморфической почве и агродерно-элювоземе ЕКО естественным образом снижается после обработки, то в городских почвах наблюдается обратный эффект, что может свидетельствовать о слабой химической активности органического вещества.

Полученные данные говорят об ограниченном проявлении сорбционной функции почв урбанизированных территорий в сравнении с естественными и окультуренными. При этом в развитых городских почвах, профиль которых напоминает их естественные аналоги, где влияние интенсивного антропогенеза стало проявляться позднее формирования зрелого профиля, сорбционная функция, вероятно, имеет возможность адаптироваться к условиям постепенно усиливающегося давления, хотя и требует мер по ее регулированию. Тогда как в случае урбаноземов, сорбционная функция не успевает сформироваться. Здесь, в условиях, где доминирующую роль играет антропогенный фактор, скорость ее развития не выдерживает конкуренции со скоростью процессов, сопровождающих урбанизацию, в силу не достаточной мощности и организации профиля, отсутствия генетической связи эпипедона с подстилающим субстратом.

В целом, очевидно, что реабилитация сорбционной функции возможна путем управления балансом процессов минерализации-гумификации органического вещества, увеличения доли в нем гидрофильных компонентов, укрепления органо-минеральных взаимодействий.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Н.Н. Федоровой.

В настоящее время большое внимание уделяется созданию специальных парков и созданию почвенных конструкций для газонов. Одним из основных компонентов создаваемых почвенных конструкций является торф или органогенные почвы. Для научно обоснованного его использования в почвенных конструкциях необходимо знать его водно-физические свойства, специфику передвижения влаги, закономерности формирования свойств торфяных почв.

В лабораторных условиях был проведен эксперимент по определению основной гидрофизической характеристики (ОГХ) торфяных почв, зависимость ее положения и формы от плотности и зольности. Объектом исследования был выбран низинный торф поймы реки Яхромы Дмитровского филиала Всероссийского научно-исследовательского института мелиорируемых земель (ДФ ВНИИМЗ). Образцы были взяты в 5 различных ценозах с глубин 5–10 см, 25–40 см. Исследование проводилось методом капилляриметров в области pF от 1 до 2.7–2.9. Для каждого образца получено две кривые ОГХ: для уплотненного и рыхлого образцов. Плотность образцов контролировали в конце эксперимента, она изменялась от 0.15 до 0.46 г/см³. Также было проведено определение зольности всех образцов.

В минеральных почвах, одним из основных свойств, влияющим на положение и форму кривой ОГХ, является гранулометрический состав: при облегчении гранулометрического состава, кривая смещается в сторону меньшей влажности. В ходе эксперимента было выявлено, что для торфяных почв такими свойствами являются зольность и плотность. Зольность, в частности, по мере увеличения глубины и уменьшения антропогенного воздействия на почву уменьшается.

Водоудерживание также существенно зависит от плотности: водоудерживание более плотно сложенных образцов выше, чем у рыхлых. В рыхлых торфах капиллярные связи весьма слабые, а вода удерживается как капиллярными силами, так и внутриклеточными. Уплотнение образцов приводит к уменьшению расстояния между частицами, вследствие чего возрастает количество капилляров, в которых вода удерживается. Таким образом, возрастает влияние локальных максимумов притяжения между частицами. Если в случае рыхлых образцов речь идет о

дальнейшем максимуме притяжения, расположенном далеко от поверхности частиц и формирующем рыхлую структуру, то в уплотненных образцах формируются более плотные и устойчивые образования и можем говорить о проявлении капиллярных сил, которые и удерживают влагу.

Заключение. Основными свойствами торфяных почв, влияющими на положение кривой ОГХ, являются плотность и зольность. В дальнейшем планируется построить педотрансферные функции для органогенных почв, где основными предикторами будут плотность и зольность.

Работу рекомендовали д.б.н. проф. Е.В. Шеин, к.б.н., доц. А.П. Шваров.

УДК 631.484

ПОЧВЫ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ НА ЮЖНОЙ ГРАНИЦЕ АРЕАЛА ИХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ НИКОЛАЕВСКОГО РЯМА ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)

В.А. Степанова

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск,
verastep1985@rambler.ru

Актуальность исследования верховых сфагновых болот (рямов) в лесостепной зоне обусловлена недостаточным количеством сведений по их развитию на территории, где они находятся на южной границе ареала своего распространения. Здесь верховые сфагновые болота наиболее уязвимы под влиянием природных и антропогенных факторов. В настоящее время они являются редкими реликтовыми комплексами [1].

Целью данной работы явилось изучение особенностей формирования почв лесостепных рямов Барабинской низменности Западной Сибири на основании зольности, кислотности, степени разложения (R) и ботанического состава торфа и нахождение корреляции в эволюции болотного массива и геохимических индикаторов торфонакопления (B/Ga и Ce/Y [2]), связанных с изменением климатических характеристик в голоцене. В качестве объекта исследования нами выбрано сосново-кустарничково-сфагновое болото – Николаевский рям, который расположен в Убинском районе Новосибирской области (N 55°09', E 79°02') и имеет наиболее благоприятное экологическое состояние по сравнению с другими верховыми болотами лесостепи [3, 4]. Для исследования была выбрана 4-х метровая колонка в центральной части ряма.

Возраст Николаевского рьяма значительно моложе известных нам лесостепных рьямов [5], его образование (по нашим данным) произошло в конце суббореального – начале субатлантического периода (около 2.6–2.4 тыс. л.н.). Почвы представлены торфяными олиготрофными [6] или болотными верховыми на средних и глубоких торфах [7]. Максимальная мощность торфяного профиля составляет 4.3 м. Средняя зольность по профилю небольшая и составляет 3.9 % ($n = 15$) при высокой кислотности (рН около 3).

Анализ ботанического состава и степени разложения образцов торфа показал, что верхняя часть торфяного профиля (около 70 % залежи) сформирована фускум торфом с низкой R от 5 до 20 %. Также в небольшом количестве присутствуют другие верховые торфа – ангустифолиум, сфагновый и пушицево-сфагновый (около 12 % залежи) – R от 10 до 20 %. На долю переходных торфов в профиле приходится всего 5 %, которые представлены сфагновым торфом средней R 30–35 %. Низинный торф (около 14 %) в основании залежи сложен напластованием скваррозум, травяно-сфагнового, пушицево-сфагнового и древесно-вейникового торфов, R которых изменяется от 25 % в сфагновом скваррозум торфе, до 55 % в древесно-вейниковом торфе. По совокупности торфяных отложений мощную залежь Николаевского рьяма (около 4 м) можно классифицировать как фускум залежь [8], которая формировалась преимущественно в условиях атмосферного питания. Данное верховое сфагновое болото характеризуется непродолжительными эвтрофной и мезотрофной стадиями торфообразования. Согласно полученным нами данным, вклад торфов: эвтрофный – мезотрофный – олиготрофный в формирование залежи определен как 3:1:16.

Несмотря на высокое засоление и недостаток атмосферной влаги, для верховых болот лесостепи прослеживаются особенности профильного изменения, характерные для верховых болот, развивающихся в благоприятных условиях со сменой стадий с эвтрофной на мезотрофную и олиготрофную. Изменения климата в голоцене отразились в формировании торфяного профиля, в котором В/Ga и Ce/Y хорошо коррелируют с изменением климатических условий территории. Полученные данные помогут понять эволюцию верховых болот, находящихся в неблагоприятных условиях с точки зрения существования и развития болот, а также решения практических вопросов освоения лесостепной зоны Западной Сибири.

Литература

1. *«Памятники природы: рьямы»*. Особо охраняемые природные территории Новосибирской области. – Новосибирск, 2006. – 12 с.

2. Сысо А.И., Перегон А.М. Специфика болотообразования в южной части Большого Васюганского болота // Сибирский Экологический Журнал. – 2009. – Т. 16. – № 2. – С. 245–250.

3. Наумов А.В., Косых Н.П., Паришина Е.К., Артымук С.Ю. Верховые болота лесостепной зоны, их состояние и мониторинг // Сибирский Экологический Журнал. – 2009. – Т. 16. – № 2. – С. 251–259.

4. Косых Н.П. Биологическая продуктивность болот лесостепной зоны // Вестник ТГПУ. – Томск, 2009. – вып. 3 (81) сер.: биологические науки. – С. 87–91.

5. Лисс О.Л., Абрамова Л.И., Аветов Н.А., Березина Н.А. и др. Болотные системы Западной Сибири и их природоохранное значение. – Тула: Гриф и К°, 2001. – 584 с.

6. Классификация почв России / под ред. Л.Л. Шишова и др. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.

7. Классификация и диагностика почв СССР. – М.: Колос, 1997. – 223 с.

8. Классификация торфов и торфяных залежей Западной Сибири / Р.Г. Матухин, В.Г. Матухина, И.П. Васильев и др. Новосибирск: изд-во СО РАН, НИЦ ОИГМ, 2000. – 90 с.

УДК 631.4: 504.7

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОТОКОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ (CH₄, CO₂, N₂O) В ЕЛЬНИКАХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОГО ЗАПОВЕДНИКА

И.В. Чикаева

РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, chikaewa2011@yandex.ru

Глобальные изменения климата, во многом определяемые ростом в атмосфере концентрации парниковых газов, стоят в ряду приоритетных проблем современной экологии. Одним из основных факторов, регулирующих потоки парниковых газов, являются почвы.

Объектом исследования был выбран Центрально-Лесной заповедник, где исследовался ельник кислично-разнотравный старше 300 лет с дерново-слабоподзолистыми почвами.

Исследования включали измерения CO₂ с помощью переносного газоанализатора Li-820, отбор образцов воздуха для определения содержания CO₂, CH₄ и N₂O на газовом хроматографе (с дальнейшим определением интенсивности эмиссии газов), а также сопутствующие измерения влажности почвы, ее температуры и температуры воздуха и атмосферного давления.

Проведенные исследования выявили максимальную интенсивность почвенной эмиссии на участках с травостоем, с постепенным ее снижением при зарастании участка (на участке с травостоем почвенная эмиссия CO_2 достигала $30.2 \text{ г CO}_2/\text{м}^2 \text{ день}$, а на участке, заросшей лесом возрастом старше 120 лет – $11.4 \text{ г CO}_2/\text{м}^2 \text{ день}$). Также выявлена закономерность влияния температуры и влажности почвы (на западинах потоки CO_2 значительно отличаются от потоков на холмах, например, точка НВ1з – $5.7 \text{ г CO}_2/\text{м}^2 \text{ день}$, а точка НВ1х $20.4 \text{ г CO}_2/\text{м}^2 \text{ день}$), позволяющая прогнозировать их сезонные изменения, при моделировании которых желательно учитывать суточную динамику почвенных потоков.

В результате исследования было установлено, что интенсивность почвенной эмиссии парниковых газов определяются: возрастом, породным составом древостоя, характером напочвенного растительного покрова, мезорельефом и микрорельефом, влажностью и температурой почвы.

Работа рекомендована доктором биологических наук, проф. И.И. Васневым.

Секция VII

Красная книга почв

ПАЛЕОПЕДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ
ОТЛОЖЕНИЙ НИЖНЕВОЛЖСКОГО РЕГИОНА
НА ПРИМЕРЕ РАЗРЕЗА СРЕДНЯЯ АХТУБА

С.М. Багрова

Санкт-Петербургский государственный университет,
svetlana.m.bagrova@gmail.com

Каспий является стратотипическим регионом для составления единой стратиграфической и палеогеографической схемы плейстоцена Северной Евразии, поскольку отражает в своем развитии глобальные климатические изменения, ледниково-межледниковую ритмику Русской равнины и горных территорий. К настоящему времени уже накоплен значительный материал по четвертичной истории Понто-Каспия, основанный на стратиграфических, палеогеографических и геоморфологических исследованиях, а также предложена общая схема развития берегов в условиях трансгрессивно-регрессивных циклов Понта и Каспия. Однако основательные палеопедологические работы в регионе проводятся впервые. Изучение палеопочв в гетерохронной почвенно-седиментационной толще имеет особое значение, так как они позволяют надежно расчленять этапы стабилизации поверхности, на которой осуществлялся педогенез с дальнейшим осадконакоплением, и позволяют проследить этапы эволюции природной среды региона.

Объект нашего исследования, разрез Средняя Ахтуба, расположен на левом берегу реки Ахтуба, в 20 км от города Волжский, верхняя часть Нижневолжского региона. Разрез представлен эрозионным склоном коренного берега древней террасы (21 м). Данная морская терраса представлена 6 педогенетическими уровнями, включающих 7 почв (MIS1–MIS5), разделенными осадками разной структуры и генезиса.

Самая верхняя часть разреза (0–150 см) представлена характерной для данного типа климата каштановой почвой (MIS1). Почвообразующей породой для почвы являются мощная пачка каспийских нижнехвалыньских морских осадков, представленных серией слоев шоколадных глин (MIS2) с переслоями песков. Почвообразующая порода частично проработана процессами почвообразования до глубины 110 ± 20 см.

Ниже расположена мощная пачка (520–670 см) ательского горизонта (MIS3–MIS4), представленная в разрезе одной полноразвитой почвой со срезанным гумусовым горизонтом и двумя лёссовыми про-

слоями с признаками почвообразования (ризолиты, марганцевые пятна, криогенная структура и др.) стадии MIS3. Данная пачка отличается от вышележащей легким гранулометрическим составом вмещающих пород и является наиболее сложной в плане интерпретации событий в виду суровости климатических условий и слабой отзывчивости педогенеза во время кратковременных потеплений стадии MIS3.

С глубины 1530 см начинается мощная толща почвенно-лессовых серий, представленная Мезинским комплексом MIS5a-e, приуроченная к Позднехазарской трансгрессии, с тремя хорошо сохранившимися почвами. Верхняя почва имеет гумусовый горизонт более 1 м, множество кротовин, приуроченных к глубине 20–30 см от поверхности горизонта, и сеть морозобойных трещин, разбивающих поверхность почвы. Трещины начинаются в вышележащем лёссе и идентифицируют начало последнего ледникового цикла (MIS4). Первые 5 см гумусового горизонта средней почвы перемешаны со срединным горизонтом верхней почвы. До середины профиля (1740 см) прослеживаются морозобойные клинья. В поверхностном горизонте карбонатные формы, в основном, дигенетические, в то время как карбонаты срединных горизонтов – результат степного почвообразования. Нижняя почва Мезинского педокомплекса сформирована в лёссовых отложениях, накопленных во время предпоследнего (MIS6) оледенения и имеет хорошо проработанную (10–13 см) верхнюю границу, мощный гумусовый горизонт признаками глеевого процесса, сложный комплекс карбонатных новообразований.

Три почвы Мезинского педокомплекса имеют общие черты строения: хорошо развитый гумусовый горизонт, признаки глеевого процесса, связанного с сезонным затоплением территории.

Почвенные горизонты являются хорошими стратиграфическими маркерами, которые могут соотнести позднеплейстоценовые почвенно-осадочные толщи всего Каспийско-Азово-Черноморского региона и Восточно-Европейской равнины, а так же связать их с глобальными стратиграфическими схемами.

Исследование проведено при финансовой поддержке проекта 16-17-10103.

Работа рекомендована д.г.н., проф. А.В. Русаковым.

СОЗДАНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ БАЗЫ ДАННЫХ СОСТАВА И
СВОЙСТВ КРАСНОКНИЖНЫХ ПОЧВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ
РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.А. Барсукова, Ю.А. Литвинов

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,
ekaterina5.95@mail.ru

Анализ современной экологической ситуации свидетельствует о реально существующей угрозе деградации и исчезновения некоторых почв. Для оценки устойчивости территорий к негативным воздействиям, проведения своевременных мероприятий по охране почв необходимо установить набор эталонных характеристик, которые позволили бы эффективно проводить агроэкологический мониторинг земель, испытывающих высокую антропогенную нагрузку. Сохранение почв с ненарушенным сложением и свойствами возможно только в естественном биогеоценозе. В связи с этим задача выделения эталонных характеристик тесно переплетается с задачей охраны эталонных естественных биогеоценозов в пределах особо охраняемых природных территорий (ООПТ). В настоящее время перечень этих эталонных значений носит фрагментарный характер и требует дополнения и уточнения, поскольку опирается на архивные данные и разрозненные современные почвенные обследования. Формой реализации перечня эталонных характеристик является географическая база данных краснокнижных почв в рамках проекта «Информационная система Почвенно-географическая база данных России» (ИС ПГБД РФ).

По данным Министерства природных ресурсов на территории Ростовской области (РО) располагается 95 ООПТ федерального, областного и местного значения общей площадью 232.6 тыс. га (2.3 % от общей площади РО). В качестве репрезентативных ООПТ были выбраны: «Разнотравно-типчаково-ковыльная степь» и «Хороли» Зерноградского района РО, «Фоминская дача» Миллеровского района РО, «Кунд-рюченские пески» и «Раздорские склоны» Усть-Донецкого района РО, «Разнотравно-типчаково-ковыльная» степь Чертковского района РО. Выбор ООПТ обусловлен расположением объектов, площадью и наличием для их территории (или сопредельной им) архивных материалов разномасштабного почвенного и агрохимического обследования, а также данных дистанционного зондирования в высоком разрешении. На основе разнородных, разномасштабных архивных материалов и данных дистанционного зондирования из открытых источников были скоррек-

тированы границы ООПТ и сформированы цифровые почвенные карты их территории. Субстантивные данные почвенного обследования, внесенные в ИС ПГБД РФ, стали основой для создания реестра эталонных почвенных характеристик. Главным критерием для внесения информации являлось наличие пространственной привязки. Весь перечень данных разбивался на два уровня: почвенный профиль и генетический горизонт, т.е. показатели, характерные для всего профиля в целом и для отдельных почвенных горизонтов.

Внесение архивных данных почвенного и агрохимического обследования является первым этапом при составлении базы данных краснокнижных почв РО и реестра эталонных характеристик. Неотъемлемой частью формирования реестра является проведение полевых экспедиций и отбор почвенных образцов непосредственно на территории ООПТ. С этой целью в 2015–2016 гг. выполнено почвенное обследование территории репрезентативных ООПТ: заложены реперные разрезы и отобраны почвенные образцы для изучения физико-химических показателей и пространственной вариабельности свойств почв. Полученные аналитические данные позволили внести коррективы в реестр эталонных характеристик и проследить динамику показателей потенциального плодородия территории репрезентативных ООПТ.

Работа финансируется по проекту РФФИ № 16-04-00592.

Работа рекомендована д.б.н. проф. О.С. Безугловой.

УДК 631.10

СВЕДЕНИЯ О КОМПОНЕНТНОМ СОСТАВЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И ПОЧВАХ КРИОЛИТОЗОНЫ В ПРЕДЕЛАХ ВЫСОКИХ ТЕРРАС СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ р. ПУР

А.А. Гербер

Томский государственный университет, gerber.anna@list.ru

На территории России более 60 % площади почвенного покрова находится в криолитозоне. Влияние мерзлоты сказывается на процессах превращения и обмена вещества и энергии в почвах, что обуславливает развитие специфических криогенных признаков. На территории, где почвенный покров формируется под воздействием криогенеза, располагаются многие нефтегазоносные районы и происходят климатообусловленные трансформации геосистем.

Исследования компонентного состава почвенного покрова проводились на широте «Пангоды – Новый Уренгой» 66°04' с.ш.; 78°42' в.д.

– 66°07' с.ш.; 78°53' в.д. на высоких террасах среднего течения р. Пур в пределах Пур-Тазовского междуречья, водораздельное пространство рек Хадырьяха и Ядырьяха. Для характеристики почвенного покрова было заложено 6 катен и выполнены морфологические описания и физико-химические анализы по общепринятым методикам. Ранее почвы в этом районе изучались Васильевской В.Д. и др. (1986).

На данной территории было описано пять типов почв криометаморфического отдела, формирующихся за счет процессов криогенеза, оглеения, торфонакопления и пирогенеза. В результате исследования было выявлено преобладание почв отдела криометаморфических (согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004)).

На дренированных плакорных территориях формируются светлоземы иллювиально-железистые глубинно-глееватые, либо криометаморфические глубинно-глееватые почвы. Отмечена следующая закономерность – к ареалам светлоземов приурочены менее разреженные леса, чем на криометаморфических почвах леса более разреженные, где часто наблюдаются лишайниковые кустарничково-лишайниковые редины. После пожара они могут зарастать густым лиственничным подростом. В малых ложбинах распространены ареалы торфяно-криометаморфических поверхностно-глееватых почв. Краевые части крупных ложбин заняты торфяными олиготрофными немерзлотными почвами, либо торфяно-глееземами. В центральных частях ложбин расположены бугристые мерзлые болота с торфяными олиготрофными остаточно-эутрофными мерзлотными почвами (на повышениях) и торфяными олиготрофными (в понижениях). Во всех изученных почвах между минеральным горизонтом и органометным можно обнаружить включения углей, что указывает на пожары как на процесс, управляющий динамикой изучаемых экосистем.

Морфологическое строение исследованного ряда почв связано с процессами криогенеза, которые приводят к формированию характерного криометаморфического горизонта со специфической оолитовой структурой, слагающейся из шаровидных агрегатов (до 2 мм). В ниже лежащей толще она сменяется шлировой, состоящей из плитчатых отдельностей, распадающихся на ореховатые агрегаты. Мерзлые горизонты залегают в пределах первых метров от дневной поверхности.

Для почв характерно двучленное строение по гранулометрическому составу – от рыхло-песчаного в подстилающей породе до средне-суглинистого в верхней части профиля. Реакция среды сильноокислая и кислая, по мере приближения к породе сменяется слабокислой и нейтральной. По содержанию гумуса наблюдается тенденция к элювиаль-

но-иллювиальной дифференциации профиля, в некоторых почвах происходит аккумуляция гумуса на глубине 10–20 см. Степень насыщенности основаниями варьирует в широких пределах: от 5 % в верхней толще, до 90 % в породе. По распределению фракций ила и физической глины до глубины ~50–60 см профили исследованных почв имеют некоторые элювиальные признаки.

Работа рекомендована д.б.н., проф. С.П. Кулижским.

УДК 631.412:539.1.04

РАДИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ НА ПРИМЕРЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.А. Козырев, Е.В. Дергачева, М.Н. Дубинина, С.С. Тагивердиев

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону

deniska.kozyrev@bk.ru

Нами были исследованы почвы особо охраняемых природных территорий Ростовской области: чернозем южный среднемошный малогумусный легкосуглинистый на красно-бурой структурной глине; чернозем южный неполноразвитый малогумусный легкосуглинистый на элювии песчаника; черноземы обыкновенные мощные среднегумусные легкоглинистые на желто-бурых суглинках; примитивная супесчаная слабогумусированная почва; чернозем обыкновенный карбонатный маломощный малогумусный тяжелосуглинистый на желто-бурой глине.

Определение содержания органического вещества проводили по методу Тюрина в модификации Орлова-Гриндель. Гранулометрический состав определяли пипеточным методом Качинского в модификации Долгова-Личмановой. Содержание CO_2 карбонатов – по Шейблеру. Радионуклидный состав почв определяли гамма-спектрометрическим методом с помощью сцинтилляционного гамма-спектрометра «Прогресс-гамма».

Среднее содержание ^{137}Cs в дерновом горизонте исследуемых нами почв равно 53.97 Бк/кг. По данным Е.А. Бураевой удельная активность ^{137}Cs в верхнем 0–15 см слое почвы степных территорий Предкавказья и Ростовской области составляет в среднем 20.5 Бк/кг, при размахе колебаний 4.2–70.6 Бк/кг. Максимальное содержание обнаружено в поверхностном горизонте (0–6 см) чернозема южного – 129.4 Бк/кг. На глубине 10–30 см удельная активность ^{137}Cs резко падает – до 0.29 Бк/кг, что может быть связано с неравномерностью выпадения данного радионуклида после аварии на Чернобыльской АЭС, а также гидрологией местности.

Что касается остальных радионуклидов (^{226}Ra , ^{232}Th и ^{40}K), во всех разрезах на территории ООПТ они содержатся на уровне фоновых концентраций. Удельная активность естественных радионуклидов коррелирует с такими свойствами почвы, как степень гумусированности, гранулометрический состав, содержание карбонатов. Наблюдается увеличение активности в дерновом горизонте.

Содержание естественных радионуклидов в почвах лесного массива выше, чем в почвах типично степных ландшафтов. В почвах более тяжелого гранулометрического состава удельная активность всех изученных радионуклидов выше, чем в супесчаной примитивной почве. В песчаных почвах содержание радионуклидов уменьшается за счет миграции их вниз по профилю.

Полученные в ходе работы данные по естественным радионуклидам соответствуют средним значениям, известным из литературных источников, и характерны для почв Ростовской области. Ситуация с искусственным радионуклидом ^{137}Cs иная. В целинных ландшафтах его содержание оказалось выше, что вероятно обусловлено как более высоким содержанием гумуса, так и более медленным круговоротом веществ, чем в пахотных аналогах.

Литература

Buraeva E.A., Bezuglova O.S., Stasov V.V., Nefedov V.S., Der-gacheva E.V., Goncharenko A.A., Martynenko S.V., Goncharova L.Yu., Gorbov S.N., Malyshevsky V.S., Varduny T.V. Features of ^{137}Cs distribution and dynamics in the main soils of the steppe zone in the southern European Russia. // *Geoderma*. 2015. 259–260. 259–270.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-04-00592.

Работа рекомендована доктором биологических наук проф. кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ЮФУ О.С. Безугловой.

ПЕДОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЛЕЙСТОЦЕНОВОЙ
ПОЧВЫ СИБИРСКИХ УВАЛОВ

Е.А. Коркина

Санкт-Петербургский государственный университет,
lena_k_nv@ro.ru

Ключевым объектом исследования стал разрез «Зеленый остров» юго-восточной части Сибирских увалов в пределах высокого берега р. Глубокий Сабун. Разрез вскрывает современную почву (подзол иллювиально-железистый) и погребенную почву. Возраст палеопочвы разреза «Зелёный остров», согласно полученной радиоуглеродной дате для органического вещества из гумусового горизонта, составляет 25693–27748 л.н. (СОАН-7550), что соответствует переходу между стадиями МИС 3 (Каргинский период) и стадии МИС 2 (Сартанский период) в Западной Сибири. Погребенный гумусовый горизонт палеопочвы, а также выше- и нижележащие слои четвертичных отложений, являются носителями информации о процессах почвообразования, климатических и биотических характеристиках в прошлом.

Разрез «Зеленый остров» с погребенной почвой хорошо дифференцируется по педогенетическим особенностям. Верхняя часть разреза голоценового времени до глубины 140 см сформирована песчано-супесчаными отложениями, с прослойкой галечникового материала мощностью 40 см на глубине одного метра. Гранулометрический анализ показал, что количество пылеватых и илистых частиц в верхней части разреза не превышает 10 %. Резкое увеличение тонкодисперсных фракций до 65 % происходит с глубины 140 см, что свидетельствует о резкой смене природно-климатических условий, в которых формировалась толща. В позднесартанских горизонтах диагностируется увеличение среднепылевой фракций до 40 % и ниже по разрезу до глубины 385 см (граница с погребенным гумусовым горизонтом палеопочвы) преобладание мелкой пыли до 27 % и ила до 29 %. К подошве разреза происходит увеличение песчаной фракции до 88 %.

Содержание общего углерода в разрезе имеет также резко дифференцированный характер. Распределение Сорг по профилю подзола изменяется с глубиной: 2.16 % в горизонте АО, 1.31 % в горизонте Е и 1.97 % в иллювиально-железистом горизонте ВF. Увеличение Сорг происходит в позднесартанских горизонтах до 5.77%–8.35 %, достигая максимума в погребенном гумусовом горизонте палеопочвы – 15.87 %. Реакция среды не является идентификационным признаком при изучении палеопочв, однако полученные результаты показали резкую кон-

трастность современного подзола, который имеет слабокислую среду (рН водный – 5.87, рН солевой – 4.91) горизонта АО, и плейстоценовой почвы, которая имеет нейтральную реакцию среды (рН водный от 6.7 до 6.55). Содержание в гумусовом горизонте палеопочвы катионов Ca^{2+} составляет 16.6 мг-экв/100 г, Mg^{2+} – 7.46 мг-экв/100 г. Содержание этих катионов в органогенном горизонте подзола: Ca^{2+} – 1.05 мг-экв/100 г, Mg^{2+} – 0.5 мг-экв/100 г.

Таким образом, нейтральная реакция палеопочвы, в отличие от кислой реакции современного подзола, а также более высокое содержание органического вещества и Ca^{2+} , указывают на формирование палеопочвы в более холодных аридных условиях климата. Такой педогенез характерен для экосистем континентальной тундры и континентального арктического леса Каргинского периода.

Работа рекомендована д.г.н., проф. А.В. Русаковым.

УДК 631.4

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ОБЪЕКТЫ КРАСНОЙ КНИГИ ПОЧВ КРЫМА И ИХ КЛАССИФИКАЦИОННОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Я.С. Ревина

Санкт-Петербургский государственный университет,
janaka.revina@yandex.ru

В последние годы значительно продвинулся процесс составления и издания региональных Красных книг почв. Так как Красные книги различных регионов формировались и издавались в разное время, охраняемые почвы в них определены и названы согласно разным классификациям.

В данной работе рассмотрены потенциальные объекты Красной книги почв Крыма, которые были предложены в научных статьях разных авторов (Драган Н.А., Ергина Е.И., Клименко О.Е., Костенко И.В., Ревина Я.С., Шумских Н.Н.). В них почвы имеют авторские названия, согласно классификации почв СССР или современной классификации почв Украины.

Для этих объектов было определено классификационное положение в соответствии с «Классификацией и диагностикой почв СССР» (1977) и «Классификацией и диагностикой почв России» (2004). Были определены возможные категории охраны предложенных объектов Красной книги почв Крыма. Результаты представлены в виде таблицы.

Авторское название	Название почвы в классификации 1977 года	Название почвы в классификации 2004 года	Категория охраны
Бурозём слабонасыщенный, бурозём слабо оподзоленный	Горные бурые лесные почвы	Бурозёмы остаточно- карбонатные, бурозёмы оподзоленные	Основные эталоны
Горно-луговая чернозёмовидная	Горно-луговая чернозёмовидная	Бурозём тёмногумусовый остаточно-карбонатный	Основной эталон
Коричневая бескарбонатная	Коричневая выщелоченная	Бурозём типичный	Основной эталон
Коричневая красноцветная остаточно-карбонатная	Коричневая красноцветная	Коричневая красноцветная	Уникальная
Коричневая типичная	Коричневая типичная	Коричневая типичная	Основной эталон
Лугово-чернозёмная карбонатная	Лугово-чернозёмная	Агрочернозём гидрометаморфизированный	Почвы с высокой культурой земледелия

У четырех объектов из семи при переводе из классификации почв СССР в современную изменились названия на уровне типа и отдела. Только две почвы сохранили свое название – коричневая типичная и коричневая красноцветная. Все предложенные объекты возможно включить в Красную книгу почв Крыма.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Е.Ю. Сухачёвой.

УДК 631.4

ЗАСОЛЕННЫЕ ПОЧВЫ РОСТОВСКОЙ НИЗИНЫ (ЯРОСЛАВСКАЯ ОБЛАСТЬ): ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

Ю.В. Симонова

Санкт-Петербургский государственный университет, uvsim@yandex.ru

В то время как в аридном и семиаридном климате засоленные почвы имеют широкое распространение, их существование в гумидном климате часто связывают исключительно с приуроченностью к приморским солонowodным маршам.

Явление существования интразональных засоленных почв в районе избыточного увлажнения – Ростовской низине Ярославской области (подзона южной тайги Восточно-Европейской равнины) может рассматриваться как уникальное, с точки зрения климатической обусловленности, хотя и является давно известным фактом.

Описание индивидуальных проблемных участков с засоленными почвами, прежде всего с точки зрения сельскохозяйственного использования территории, и иные свидетельства засоления впервые встречаются в литературе конца XIX – начала XX столетия, и с этого момента упоминание о них в научных публикациях носит спорадический характер. В отношении засоленных почв почвоведы и другие исследователи придерживаются терминологии «усол», «солончак», «солонец», отмечая их сходство в морфологическом отношении с «темноцветными неусолистыми почвами», составляющими основной фонд развития знаменитого ростовского огородничества.

В качестве главной гипотезы их формирования рассматривается выход рассолов пермско-триасового водоносного комплекса (с минерализацией до 96.5 г/л) вследствие наличия разломных структур и ослабленных зон в региональных водоупорных кровлях. Солевая съемка 1983 г. (М 1:10 000) позволила выделить 4 контура засоленных почв (3 % от $S_{\text{общ}} = 543$ га). Их распространение указывает на эпизодичность и нерегулярность, как по площади, так и по глубине. По степени засоления почвы отнесены к слабозасоленным.

Полевые исследования пятен засоления (окрестности г. Ростова Великого, Варницы, Львы, Сулость) в конце сентября 2016 г. (аномальный по количеству осадков сезон) позволили выявить следующие особенности данных почв. По КиДПР почвы относятся к отделам глеевых и органо-аккумулятивных почв глееватого подтипа. Уровень грунтовых вод фиксируется в пределах первого метра. В морфологическом облике в период обследования малозаметны отличия от зональных почв гидроморфных позиций, за исключением отдельных разрезов (разрез вблизи Троице-Сергиево Варницкого монастыря). Визуально, с поверхности ареалы засоленных почв становятся различимы в период интенсивного летнего испарения, когда выделившиеся из грунтовых вод соли проступают в виде налета и корочек. В геоботаническом аспекте пятна засоления диагностируются по появлению галофитных видов растительности, занесенных в региональные Красные книги.

Сокращенный анализ водной почвенной вытяжки (1:5) обнаружил, что почвы засолены нейтральными солями ($\text{pH} < 8.5$), по химизму засоления – относятся к разным типам нейтрального засоления (по соотношению анионов). По величине сухого остатка почвы варьируют от слабой до очень сильной степени засоления (0.1–1.8 %), по сумме токсичных солей – от слабой до сильной степени засоления. Проанализированные разрезы демонстрируют низкие величины истинного удельного сопротивления, измеренного в пасте (23–35 Ом·м), в целом характерные для почв засоленного рьяда.

Расположение ареалов засоленных почв, химический состав солей, распределение по профилю зависят как от местных геологических условий и топографии, которые регулируют объем разгружаемых вод, движение вышележащей пресной воды, так и от гидрогеологической обстановки, которая определяет пропорцию смешения рассола с пресной подземной и поверхностной водой, свою собственную в каждом конкретном случае.

Выход напорных межпластовых вод самых древних на территории края соленосных отложений на современную поверхность создает здесь зоны активного водообмена и одновременно конкуренции процессов засоления и выщелачивания, воздействуя на баланс вещественного состава почвы, являясь существенным фактором почвообразования.

Работа рекомендована д.г.н., проф. А.В. Русаковым.

Красная книга является официальным документом, содержащим свод сведений о состоянии, распространении и мерах охраны объектов живой природы. В 2009 году была издана Красная книга почв России. Однако, не во всех субъектах РФ существуют Красные книги почв.

Республика Башкортостан расположена на географически сложной территории, которая разделяется на три части: Предуральскую – равнинно-возвышенную, относящуюся к Русской платформе; Уральскую – горную, располагающуюся в области Уральской геосинклинали; Зауральскую – возвышенно-холмистую, примыкающую к Сибирской платформе. Этим объясняется большое разнообразие физико-географических, геоморфологических и климатических условий, почвообразующих пород, типов растительности и почв.

Цель нашего исследования: выявить особо ценные почвенные объекты Республики Башкортостан на территории горно-лесной зоны Южного Урала.

Нами были изучены почвы различных геоморфологических районов Башкирии: низкогорья западных (хребет Кибиз и Олотау) и высокогорья центральных хребтов Южного Урала (горный массив Иремель). Использован катенарный метод исследования почв. Для идентификации почвенных горизонтов и описания почвенных профилей использовали Классификацию и диагностику почв РФ (2004), с последующими дополнениями с помощью Полевого определителя почв России (2008). Пробы почв проанализированы по общепринятым методикам.

В результате наших исследований составлен перечень почвенных объектов, которые следует отнести к категории почвенных эталонов для горно-лесной зоны Южного Урала: петроземы темногумусовые, литоземы темногумусовые, олиготрофные торфяные почвы, криоземы грубогумусные, темногумусовые почвы, торфянисто-подзолистые почвы, темно-серые почвы, черноземы глинисто-иллювирированные, аллювиальные темногумусовые глеевые почвы.

Так, текстурно-дифференцированные почвы горного массива Иремель представлены торфянисто-подзолистыми почвами. Величина потери при прокаливании в гумусово-элювиальном горизонте составляет 16,3, рН солевой суспензии 3,6. По результатам рентгенофазового анализа были диагностированы кварц, минерал группы хлорита и слю-

ды. По результатам микронзондового анализа были составлены формулы минералов:

- иллита $(K_{0.45}Na_{0.26})_{0.71}(Al_{1.83}Fe^{2+}_{0.19}Mg_{0.04})_{2.06}((Si_{3.34}Al_{0.66})_{4.00}O_{10})(OH)_2$
- минерала группы хлорита $Fe^{2+}_{1.99}Al_{3.05}((Si_{2.85}Al_{1.15})_{4.00}O_{10})(OH)_8$.

Таким образом, для выявления особо ценных почвенных объектов требуется исследования по всей территории Республики Башкортостан. Нашу работу можно рассматривать как возможную модель для исследования почв горных территорий. Учитывая, что количество особо охраняемых природных территорий в Республике Башкортостан с каждым годом увеличивается, мы предлагаем начать исследования именно с этих территорий, чтобы дать полноценную характеристику почвам как части охраняемого природного комплекса.

Работа рекомендована д.б.н., доц. В.С. Сергеевым.

УДК 631.4

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ ПОЧВ ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА

А.А. Червонная

Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова,
channa94@mail.ru

Исследование почв Печоро-Илычского заповедника позволяет оценивать свойства почв в естественных условиях, в том числе акцентировать внимание на особенностях проявления процесса буроземообразования в условиях Крайнего Севера, основываясь на изучении содержания и соотношения форм соединений железа, типов их распределения в почвенном профиле. Были рассчитаны: степень выветрелости (отношение $Fe_c:Fe_{nc}$), степень оксидогенеза ($Fe_{nc}:Fe_{вал}$), коэффициент Швертмана (отношение $Fe_a:Fe_{nc}$) для четырех почв под типичными растительными ассоциациями заповедника. Объектами исследования выбраны: подзол-иллювиально-железистый (пихто-ельник крупнопоропотноковый), бурозем типичный (пихто-ельник высокотравный плакорно-склоновый), бурозем глееватый на выходах кристаллических пород (пихто-ельник высокотравный-приручевой), бурозем глееватый (пихто-ельник хвоще-сфагновый), расположенный на склоне к болоту.

Групповой состав железа выполнен по схеме С.В. Зонна [2]. Содержание $Fe_{вал}$ определено после разложения почвы в микроволновой печи с HNO_3 на масс-спектрометре Agilent ICP-MS 7500c.

Чем меньше величины $Fe_c:Fe_{nc}$, тем выше степень выраженности процессов выветривания. В профилях бурозема типичного и буроземов глееватых преобладают процессы выветривания; при этом происходит снижение степени выветрелости вниз по профилю. В горизонте АВm бурозема глееватого (склон к болоту), с очень низким показателем степени выветрелости, вероятней всего, происходит физическое дробление первичных и вторичных глинистых минералов и так называемый процесс выхода глины из «контейнеров» [3]. В почвах величина $Fe_{nc}:Fe_{вал}$ варьирует от 0.40 до 0.97. Для бурозема типичного характерно изменение степени оксидогенеза от умеренно высокой до умеренно низкой вниз по профилю. В буроземе глееватом степень оксидогенеза умеренно низкая в пределах всего профиля. В буроземе глееватом (склон к болоту) степень оксидогенеза убывает по профилю от очень высокой до умеренно высокой. В подзоле иллювиально-железистом степень оксидогенеза возрастает в горизонтах Е и Вfe от умеренно низкой до очень высокой, что подтверждает протекание процесса подзолообразования. Величины критерия Швертмана меньше единицы во всех горизонтах исследуемых почв, что указывает на аддитивность вытяжек. Он позволяет адекватно диагностировать степень избыточного гидроморфизма только в почвах поверхностного типа увлажнения, что характерно для бурозема глееватого. Групповой состав соединений железа выявляет преобладание и нарастание с глубиной окристаллизованных форм железа и уменьшение аморфных форм железа, что характеризует процесс буроземообразования. Данные о профильном распределении различных форм железа подтверждают наличие редокс-альфегумусовой дифференциации в профиле подзола иллювиально-железистого, а также диагностируют проявление признаков оподзоливания в буроземе, расположенном на склоне к болоту, из-за выраженного обеднения верхней части профиля свободными соединениями железа.

Литература

1. Бовкунов А.Д. и др. Основные типы почв темнохвойных лесов нижнего участка бассейна реки Большая Порожня (приток р. Печора). Тр. Печоро-Илычского заповедника. Сыктывкар. 2010. №. 16. С. 23–31.
2. Воробьева Л.А. Химический анализ почв //М.: Изд-во МГУ, 1998.–272 с. – 2016.
3. Соколова Т.А., Дронова Т.Я. О диагностике и механизме процесса оглинивания в некоторых типах почв // Почвоведение. 1983. № 7. С. 16–25.

Работа рекомендована к.б.н., старшим преподавателем М.С. Розановой.

МЕЗОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БУРОЗЁМОВ
БЛАГОВЕЩЕНСКОГО РАЙОНА АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.А. Шевчук

Санкт-Петербургский государственный университет,
st050495@student.spbu.ru

Объектами исследования являются буроземы Благовещенского района Амурской области. Согласно почвенно-географическому районированию бурозёмы находятся в пределах Зейско-Буреинской почвенной провинции, входящей в состав восточной бурозёмно-лесной области [Добровольский, 2007].

Было проведено мезоморфологическое исследование образцов срединных горизонтов, из трех почвенных профилей, с использованием цифровой лупы HIGHPAQ MS-K007.

Метаморфические горизонты исследуемых почв характеризуются наличием на поверхности агрегатов светло-бурых, бурых и ржаво-красных плёнок, занимающих от 70 до 100 % поверхности. Эти плёнки на большинстве образцов с большим трудом снимаются ножом. Сами агрегаты имеют различную степень выветрелости: от слабовыветрелых – процесс метаморфизации проявляется в минимальной степени, либо отсутствует, до сильновыветрелых, где ярко прослеживается процесс дезинтеграции минеральной части (агрегат легко ломается руками, в некоторых случаях легко рассыпается в тонкодисперсный порошок). По мнению ряда авторов [Ливеровской, (1956), Пустовойтов, (1971)] одной из основных причин развития данного процесса в бурозёмах Приамурья, является их глубокое промерзание с образованием длительной сезонной мерзлоты, проникающей на глубину в 240–300 см от поверхности.

В результате колористической диагностики установлено, что в профилях двух разрезов, характеризующихся бурой окраской метаморфических горизонтов, наблюдается ярко-выраженный процесс брюнификации. В третьем разрезе, горизонт Вm которого окрашен в красно-бурые тона, сменяющиеся буро-серой окраской в горизонте А₁В, также наблюдается процесс брюнификации, предположительно протекающий на реликтовом рубефицированном субстрате.

При обследовании спила слабовыветрелых агрегатов, из метаморфических горизонтов, наблюдаются невыветрелые зоны, находящиеся преимущественно в центральной части спила и сменяющиеся (переход от резкого до постепенного) к периферии автохтонными пленками выветривания (ржаво-бурого или белого цвета). На некоторых

спилах имеются зоны ожелезнения приуроченные к трещинам внутри агрегата. Спил сильновыветрелого агрегата, как уже отмечалось выше, представляет из себя дезинтегрированную минеральную массу, которая сильно ожелезнена и легко разрушается при минимальном механическом воздействии.

В нижележащих горизонтах агрегаты разламываются с трудом, даже при использовании инструмента. На поверхности агрегатов имеются плёнки, занимающие от 30 до 70 % поверхности, цвета которых варьируют от белого до ржаво-бурого, однако их тон бледнее, чем в метаморфических горизонтах. Плёнки относительно легко счищаются с помощью ножа. Подавляющая часть агрегатов либо не выветрена, либо имеет слабо выраженные очаги метаморфизации, приуроченные к периферической части спила, и находятся на начальной стадии их формирования.

На основании полученных данных в исследуемых почвах диагностируются следующие ЭПП метаморфизма минерального вещества: дезинтеграция, брюнификация и ожелезнение, охватывающие все срединные горизонты и ослабляющиеся от горизонта Vm к ВС и далее к С.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Е.Ю. Сухачёвой и к.с.-х.н., доц. В.Ф. Прокопчук.

Школьная секция

Роль почвы в экосистеме

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ГУМУСОАККУМУЛЯТИВНОГО
ГОРИЗОНТА ТЕМНО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ
В КОНТЕЙНЕРНОМ ЦВЕТОВОДСТВЕ

М.К. Анциферов

Педагог: И.П. Брыжова

МБОУ-лицей № 22 города Орла, mishaantseferov@mail.ru

Почва – это поверхностный слой литосферы, делающий возможным жизнь на нашей планете. Почва образуется под действием растений, горных пород, климата, рельефа и развивается во времени. Но и сама почва оказывает влияние на внешние факторы. Для каждого условия на планете существует свой почвенный покров со своим набором свойств.

Было решено проверить, сохранит ли гумусовоаккумулятивный горизонт темно-серой лесной почвы свои свойства, если будет помещен в цветочный горшок. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. собрать данные о свойствах естественной темно-серой лесной почвы;
2. оценить гумусное состояние почвы, кислотность и содержание кальция;
3. определить содержание гумуса, кислотность и содержание кальция после пребывания в цветочном горшке;
4. сравнить полученные данные;
5. сравнить поведение почвы со специальным грунтом для цветов.

В работе использовались следующие методы исследования. Для определения кислотности использовали показатель pH водной вытяжки. Его определяли по шкале Н.И. Алямовского. Для определения содержания кальция использовалась качественная реакция с эриохромом черным. Агрегатный анализ почв и их водопрочность определялись по методу Н.И. Савинова. Содержание гумуса оценивалось по окрашиванию щелочной вытяжки почвы.

Было обнаружено следующее. В гумусоаккумулятивном горизонте А содержится гумусовых кислот меньше, чем в специализированном цветочном грунте.

Реакция среды в обоих вариантах близка к нейтральной. Величина pH в горизонте А составляет 6.1, в цветочном грунте – 6.3. Кальция в цветочном грунте также содержится больше. Агрегатный анализ показал, что в горизонте А темно-серой лесной почвы преобладают фракции 1–2 мм и 2–5 мм. Наибольшей водопрочностью обладают агрегаты размером 1–2 мм.

После двухнедельного промывания образцов обнаружили изменения в свойствах гумусоаккумулятивного горизонта темно-серой лесной почвы при помещении его в цветочный горшок.

Начинает вымываться кальций, и, как следствие, ухудшается почвенная структура. В агрегатном составе произошло увеличение агрегатов размером 1–2 мм почти вдвое. Содержание более крупных фракций резко сократилось. По водопрочности агрегатов закономерности сохранились.

Произошло увеличение содержания гумуса в щелочной вытяжке после эксперимента, это связано с высвобождением гумусовых веществ, прочно связанных с кальцием. Свободные гумусовые кислоты выносятся с избытком поливных вод.

Негативные процессы коснулись и образца цветочного грунта. Но в связи с тем, что содержание гумуса и кальция в нем было больше, то и время разрушения было более длительным.

УДК 631.10

ШКОЛЬНЫЙ ДВОР – ДОЛГОСРОЧНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ

А.А. Варенова, И.В. Чернявская

Педагоги: А.С. Красова, М.А. Надпорожская

ГОУ СОШ № 416, ДО ДЮЦ «Петродворец», krasovke@rambler.ru

Проект по изучению растительности и почв пришкольной территории (Санкт-Петербург, Петергоф, Эрлеровский бульвар, 1/35А) проводится с 2007 года. Цель проекта – комплексная экологическая оценка школьного двора с учетом исторического и современного использования. Школе развития личности имени Веры Васильевны Павловой (ГОУ СОШ 416) больше ста лет. Школа сначала размещалась в деревянном доме. В 1911 году Архитектором Миняевым рядом с деревянным был построен каменный учебный корпус вдоль Эрлеровского бульвара. После Отечественной войны к нему пристроили крыло вдоль улицы Аврова. В довоенное время на территории школьного двора еще оставались деревянные дома, в которых жили учителя и учащиеся. Здесь также были сад, огород, выращенные фрукты и овощи использовали в школьной столовой. Бывший огород давно переведен в разнотравно-злаковую зеленую зону, гряды выровнены. За сохранившимся яблоневым садом школа заботливо ухаживает: проводится обрезка ветвей деревьев, обкапываются приствольные круги. Для почв участков яблоневого сада и бывшего огорода характерны мощные гумусирован-

ные горизонты (40–50 см). Такие почвы ученые называют агроземами. Агроземы – это пахотные почвы (аграрные земли), которые образуются, если длительно (200–300 лет) были в культуре при повышенном внесении органических удобрений. Сейчас почвы не удобряются, но образовавшиеся гумусовые горизонты еще долго будут сохранять свои свойства, напоминая о хозяйственном воздействии человека. Агроземы школьного двора имеют благоприятный для роста растений механический состав, суглинистый, хорошо выраженную комковатую структуру и реакцию среды водной суспензии близкую к нейтральной. Части двора, где раньше стояли деревянные дома и сараи, отведены под зеленую зону. Здесь теперь травянистая растительность, кустарники и деревья (береза, рябина, клен, липа, ясень, дуб). На местах бывших построек почвы имеют насыпные слои более светлой окраски, чем у агроземов, в них часто встречаются антропогенные включения (угли, осколки стекла, кирпичей и целые кирпичи, обломки металлических конструкций). В 2012 году на середине двора построена новая спортивная площадка с искусственным покрытием, спортивными тренажерами и скамейками под навесами. Деревья и кустарники на середине двора вырубili, был вырыт котлован для закладки дренажной системы. Дренажная система отвела потоки грунтовых вод и ликвидировала весеннее поверхностное застаивание воды вдоль западной ограды и в северо-восточном углу двора. Двор выполняет важные функции в школьной жизни: служит для прогулок и спортивных занятий. В хорошую погоду здесь проводят общешкольные собрания. Для того, чтобы повысить функциональность школьного двора и сделать его интереснее и красивее, с 2008 года было проведено три опыта по реинтродукции раннецветущих растений (эфмероидов). Были высажены: ветреница (дубравная и лютиковая), гусиный лук (желтый и малый), хохлатка плотная, чистяк весенний, селезеночник обыкновенный, медуница лекарственная, первоцвет весенний, печеночница благородная. Ветреница дубравная, гусиный лук и хохлатка плотная хорошо приживаются и растут в условиях школьного двора. Селезеночник держится только один сезон, ему не хватает влаги. Чистяк весенний растет во дворе самопроизвольно, как и на многих газонах Петергофа. Старшие школьники проводят для учащихся младших классов весенние экскурсии, знакомя с эфмероидами опытных посадок. Начато геоботаническое описание травянистой растительности двора, часть растений гербаризирована. Так наш школьный двор помогает нам расширять познания в области биологии и экологии.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ НИКЕЛЕМ

О.И. Васильченко, В.Д. Грищенко

Педагоги: З.С. Михайлова, Ж.Е. Власова

ГБОУ лицей № 389 «Центр экологического образования», Санкт-Петербург, zsm7960@rambler.ru

Одной из главных экологических проблем современности является загрязнение почвы тяжёлыми металлами. В отличие от воды и атмосферного воздуха, почва является наиболее объективным и стабильным индикатором техногенного загрязнения. Почва четко отражает уровень загрязняющих веществ и их распределение.

Темп нашей жизни всё время ускоряется. Новые технологии: сотовые телефоны, mp3-плееры, ноутбуки делают нас мобильными. Все эти устройства имеют одно общее свойство – им нужен автономный источник питания. Этим источником служат батарейки и аккумуляторы. Однако отработавшие своё батарейки не все жители сдают в пункты утилизации. Их просто выбрасывают в мусорный бак, что потенциально очень опасно для окружающей среды и здоровья человека. Мы решили проверить насколько обычные батарейки могут загрязнять почву.

Сделав обзор литературы по теме, мы решили провести исследование содержания никеля в почве до и после внесения в неё повреждённых батареек.

Объект исследования: почва, загрязнённая батарейками, содержащими никель.

Предмет исследования: определение содержания никеля в почве, загрязнённой батарейками.

Цель работы: определить содержание никеля в почве до и после внесения в неё повреждённых батареек, сделать соответствующие выводы.

Задачи. Изучить состав почвы и её значение в природе. Познакомиться с источниками загрязнения почвы. Изучить влияние бытовых батареек на загрязнение почвы соединениями никеля. Познакомиться с методами изучения содержания никеля в почве. Определить содержание никеля в почвенной вытяжке до и после внесения батареек. Оценить результаты и сделать соответствующие выводы.

Гипотеза: бытовые батарейки могут быть источником загрязнения почвы никелем.

Методы исследования: полуколичественное определение с использованием цветовой контрольной шкалы образцов и количественное, с использованием фотоколориметра КФК-3.

Экспериментальная часть заключалась в следующем:

Сначала мы взяли пробы почвы на территории Центра экологического образования ГБОУ лицея № 389, подготовили отобранные образцы почвы, приготовили почвенные вытяжки. Определили содержание никеля в почвенных вытяжках с помощью тест-комплекта «Никель» ЗАО «Крисмас+» и с помощью фотоколориметра.

Затем приготовили модельные образцы почвы, загрязнённой батарейками. Для этого поместили в пробы почвы вскрытые никель–металл-гидридные и никель–кадмиевые батарейки, добавили дистиллированную воду из расчёта 5 мл на 1 г почвы, тщательно перемешали, через неделю ещё перемешали, отфильтровали и получили почвенную вытяжку, содержащую растворимые в воде вещества из батареек. Провели анализ водной вытяжки на наличия ионов никеля, используя выше названное оборудование.

В нашем исследовании содержание никеля в почве после внесения в неё повреждённых батареек составило соответственно 9.72 мг/кг и 10.04 мг/кг, что почти в 2 раза выше ПДК. ПДК по содержанию никеля в почве составляет 4 мг/кг почвы.

Следовательно, наша гипотеза подтвердилась. Бытовые батарейки могут быть источником загрязнения почвы.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОЧВ ПРИШКОЛЬНОЙ ТЕРРИТОРИИ НА ПРОРОСТКИ ОВСА В 2016 ГОДУ

И.Д. Вершинин, Д.Л. Кононов, А.Л. Кононов, Г.К. Петрин,
М.А. Романов, Л.А. Чурсанов

Педагоги: И.В. Петрова, А.А. Мучанко

ГБОУ СОШ № 90, ДДЮТ Выборгского района, mail@school90.spb.ru

Почва на территории школы уже исследовалась в 2014 году. Опыт показал, что рост овса и горчицы в некоторых образцах почвы у школы № 90 был замедленным по сравнению с почвой у дороги. Мы решили повторить эксперимент. Целью исследования было подтвердить или опровергнуть вывод о негативном влиянии почвы у школы на рост растений по сравнению с почвой у дороги. В задачу входило биотестирование почвенных образцов на проростках овса.

Материалом послужили 6 образцов почвы, отобранные на двух участках у школы и одном участке у проспекта Энгельса. На каждом участке почвы отбирали из 3-х случайно выбранных точек из 2-х горизонтов – 0–5 и 5–10 см. В лаборатории почвенные образцы освобождали от крупных включений и комков и перемешивали. Из подготовленных почвенных образцов отбирали навески по 200 г в полиэтиленовые контейнеры. Схема эксперимента представлена в таблице.

Таблица. Схема эксперимента.

Характеристика места отбора	Горизонт, см	Обозначение варианта
Территория школы у тропинки	0–5	1Ш-в
	5–10	1Ш-н
Территория школы – среди деревьев	0–5	2Ш-в
	5–10	2Ш-н
У проспекта Энгельса	0–5	Д-в
	5–10	Д-н

Опыт проведен в трехкратной повторности.

В каждый контейнер сажали по 20 семян овса, предварительно откалиброванных и проверенных на всхожесть. Всхожесть семян составила 88.5 %. Посев осуществляли следующим образом. Снимали верхний слой почвы, равномерно раскладывали семена, затем присыпали их сверху изъятной почвой. Экспериментальные сосуды ставили на подоконник, создавали условия равномерного освещения. Полив осуществляли через день. Продолжительность эксперимента 17 суток. Показателями состояния растений были всхожесть на 7 сутки и длина побегов на 17 суток.

Результаты показали, что всхожесть на 7 сутки была существенно ниже в 3-х пробах почвы территории школы, по сравнению с почвой у проспекта Энгельса. Особенно низкой была всхожесть в образцах из верхнего горизонта 0–5 см. Меньшая длина проростков на 17 сутки по сравнению с почвой у дороги была отмечена только в образцах, отобранных у тропинки – в верхнем 1Ш-в и более нижнем 1Ш-н. В отличие от опыта, проведенного в 2014 году, рост растений в большей степени замедляли почвы из верхних горизонтов.

Вывод. По влиянию на рост растений овса образцы почвы у школы № 90 в 2016 году либо незначительно отличались от почвы у дороги, либо ингибировали его.

ИЗУЧЕНИЕ КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КУЛОГОРСКИХ ПЕЩЕР (ПИНЕЖСКИЙ РАЙОН, АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Э.А. Доморацкий, В.И. Журавлева

Педагоги: А.М. Седова, М.А. Надпорожская

ДО ДЮЦ «Петродворец», ГОУ СОШ 542,

Гимназия императора Александра II,

Институт Наук о Земле, Санкт-Петербургский государственный университет

a.sedova@spbu.ru

Кулогорские пещеры (Пинежский р-н, Архангельская обл.) – интересный объект для исследования в разной степени преобразованных водно-механическими отложениями (ВМО). Впервые одна из Кулогорских пещер (Медвежья) была описана еще в 19-ом веке академиком Шренком. В наше время изучение пещер проводили, начиная с 60-х годов XX века, Ленинградские спелеологи, Кулогорский карстовый отряд ПГО «Архангельскгеология» и Архангельская спелеологическая ассоциация «Лабиринт». Пещеры имеют карстовое происхождение и расположены преимущественно в гипсах. Сверху гипсы перекрыты трещиноватыми доломитами мощностью до 3–4 метров и рыхлыми водно-ледниковыми четвертичными отложениями мощностью 1–3 метра. Гипсы, известняки и доломиты под воздействием протекающих вод растворяются, образуя галереи и залы. ВМО, попавшие с поверхности, в пещере перекладываются, цементируясь карбонатно-глинистым и сульфатным цементом. Образцы для нашего исследования были любезно предоставлены Архангельской спелеологической ассоциацией «Лабиринт». Они отбирались в двух пещерах: Водная (К-4) и Кулогорская Троя (К-13). В пещере Водной была отобрана одна проба (обр. К-4) из литифицированных (уплотненных и сцементированных) аллювиальных отложений в карстовом канале. В пещере Кулогорская Троя было отобрано три пробы: одна также из литифицированных отложений (место отбора – ход Палеозаполнитель, разрез 1), две из нелитифицированных современных отложений (места отбора: ход Палеозаполнитель, разрез 1 (К-13-1) и из другой части этой пещеры – ход Западный приток (К-13-2)). Целью работы было провести оценку физико-химических свойств ВМО из пещер. Сделано морфологическое описание образцов, цветовые характеристики оценены по шкале Multicolor JOTIN. Твердость оценивали в единицах условной шкалы. Определяли: содержание гигроскопической влаги, потери при прокаливании (ППП) при 900 °С, карбонаты ацидиметрически (Аринюшкина, 1970). Результаты представлены в таблице. Повторность аналитических определений 4–6 (8).

Таблица. Свойства образцов ВМО из Кулогорских пещер.

Характеристика	Литифицированные		Нелитифицированные	
	К-4	К-13	К-13 (1)	К-13 (2)
Гигр. вл., %	0.3	3.2	2.5	2.1
ППП, %	27.8	33.9	24.5	24.8
CO ₂ , %	21.5	27.0	17.2	17.4
Цвет	2030-Y40R	4010-G90Y	4030-Y20R	4010-Y30R
Слоистость	Выражена	Неясная	Выражена	Выражена
Твердость	4	5	1	1

Образцы К-4 и К-13 различаются по изученным свойствам, особенно по цвету. Но они похожи по ППП и содержанию CO₂. Нелитифицированные отложения содержат меньше карбонатов. По цвету и выраженности слоистости литифицированный образец К-4 больше похож на К-13(1) и К-13(2). Проведенные определения необходимы спелеологам для уточнения этапов и условий формирования ВМО в пещерах.

ВЛИЯНИЕ ГУМУСА ПОЧВЫ НА РОСТ РАСТЕНИЙ

Е.А. Зубова

Педагог: А.В. Авдеева

ГБОУ СОШ № 77, ДДТ Петроградского района, Санкт-Петербург,
avdeeva@nm.ru

Я обратила внимание, что на каких-то газонах густо растёт трава, на каких-то не очень, а где-то не растёт совсем. И решила узнать, от чего это зависит. Для этого я провела ряд опытов с почвой газонов Санкт-Петербурга. Образцы почвы были взяты осенью 2015 года в Добролюбовском сквере (там тщательно убирают листву), из газона у метро Крестовский остров (на этом газоне растёт дерево, но совсем нет травы, и конечно же, нет остатков листвы), и в ЦПКиО им. Кирова, где много лет не вывозят листву.

Цель работы: провести исследование почвы с газонов города и выявить связь между уборкой опавшей листвы и наличием гумуса в почве.

Задачи: 1. Провести оценку качества почвы. 2. Прорастить биоиндикатор кресс-салат в разных образцах почв. 3. Провести сравнительный анализ исследуемых образцов почвы.

Гипотеза исследования: при постоянной уборке листьев почва истощается. Если оставлять опавшую листву в скверах и парках города, то содержание гумуса повысится и почва обогатится.

Научное и практическое значение работы: о влиянии опавшей листвы на плодородие почвы говорят давно, но листья из городских скверов и парков продолжают убирать и вывозить. К тому же, есть мнение, что листья, опавшие с деревьев, накапливают в себе вредные вещества из воздуха, поэтому не могут служить полноценным источником гумуса. Практические опыты могут послужить основанием для изменения политики по отношению к опад.

В процессе работы я узнала, что в Москве согласно п. 4.2.2. Приложения 1 к Постановлению Правительства Москвы от 10.09.2002 № 743-ПП «Об утверждении правил содержания зеленых насаждений города Москвы», уборка опавших листьев производится на улицах и дорогах. На газонах лесопарков, парков, скверов, лист не убирается. За все это КоАП Москвы предусматривает большие штрафы – от сорока до трехсот пятидесяти тысяч рублей (Статья 4.17 п. 2). В Санкт-Петербурге такого постановления нет.

Экспериментальная часть работы. Почвенные образцы были взяты «методом конверта». В лаборатории проведена визуальная оценка почвы по показателям – цвет, влажность, механический состав, структура, сложение, включения. Проведён химический анализ почвы – определена кислотность почвенной вытяжки (значения pH от 6.5 до 7.0 – почвы нейтральные), содержание хлоридов (по результатам почва не засоленная, но в газоне у метро хлоридов больше), содержание нитратов (значительно меньше ПДК).

Определена потеря при прокаливании – это убыль в массе при нагревании почвы до 700 °С. При прокаливании почва теряет воду, гумус, углекислый газ карбонатов. Результаты – от 11.7 % в почве ЦПКиО до 7.8 % в почве газона у метро. По цвету наших образцов почв, и проценту потерь при прокаливании, можно приблизительно судить о содержании гумуса в почве. Почва парка является гумусной, плодородной, почва сквера содержит меньше гумуса, и почва с газона у метро – среднегумусная.

Также было проведено биотестирование образцов почв с помощью кресс-салата. Больше всего семян проросло в почве из ЦПКиО (из 50 проросло 47 штук), и это были самые высокие ростки с длинным корнем. Меньше всего проросли семена в земле из газона у метро (из 50 – 28 штук), и это были самые маленькие растения с маленьким корнем.

Заключение. В результате исследований я подтвердила гипотезу, что убирая листья, мы совершаем большую ошибку, потому что листва – это источник гумуса. Опавшая листва не мусор, и её не надо убирать в парках и скверах.

ПРОБЛЕМА ОПИСАНИЯ ПОЧВЕННОГО ПРОФИЛЯ
В МЕСТЕ ПРОИЗРАСТАНИЯ ЭКТОМИКОРИЗНОГО ГРИБА
НА ПОЛУРАЗЛОЖИВШЕМСЯ ПНЕ

В.Д. Иванова

ГБОУ СОШ № 277 verochka_2006@mail.ru

При заложении почвенных разрезов в лесу рекомендуется выбирать ровный участок. Однако обычно поверхность почвы представлена различными локальными повышениями и понижениями, достигающими иногда существенных размеров от 0.2 до 0.4 м и более. Для их описания используется термин микрорельеф поверхности. Микрорельеф образуется, например, благодаря валунам, которые могут как находиться в толще почвы, так и выступать из нее, корневыми лапами ели, а также пнями на разных стадиях деструкции.

Актуальность темы данного исследования была обусловлена тем, что автором работы 24.08.2016 был обнаружен на сильно разложившемся пне Подберезовик – гриб, который по типу питания относится к эколого-трофической группе облигатных симбиотрофных эктомикоризных грибов. Задача изучения этой уникальной находки потребовала также всестороннего описания субстрата, на котором плодовое тело было обнаружено. Ранее только один случай подобной находки был описан отечественным микологом Б.П. Васильковым (1956), причем в лесу по реке Оредеж, к водосборной территории которой относится также место находки и протекающая рядом р. Кременка.

Цель работы: проанализировать роль полуразложившейся древесины пня как нетипичного субстрата для формирования плодового тела эктомикоризного гриба и описать его с точки зрения терминологии, использующейся при описании почвенного профиля.

Находка была сделана в смешанном лесу из березы, ели и сосны, расположенном за дренажной канавой в конце Южной дороги СНТ «Мечта», массив Чаша, Гатчинский р-н, Ленинградская обл. (N 59°04.495', E 030°27.302'). Почва дерново-слабоподзолистая.

Описание почвенного разреза и величина кислотного показателя имеют ключевое значение для формирования того комплекса видов, который автономно функционирует как лесная экосистема. Поэтому рекомендуется проводить описание почвенного профиля в местах сбора грибов для их научного изучения.

В связи с тем, что виды Подберезовиков по морфологическим и микроскопическим признакам определяются неоднозначно, видовую

принадлежность находки *Leccinum* sp. планируется установить в дальнейшем с применением методов анализа ДНК.

Также был проведен анализ активности ^{137}Cs в субстрате разложившегося пня и в плодовом теле обнаруженного гриба. Для этого использовался радиометр «Бета». Суммарная активность в плодовом теле гриба составила 1400 ± 150 Бк/кг, при допустимом значении 2500 Бк/кг для сухих грибов по СанПиН 2.3.2.1078-01. Активность в разложившемся субстрате пня сравнима с уровнем фона детектора.

При отборе разложившейся древесины пня было обнаружено, что плодовое тело гриба связано с корнем древесного растения. Это было зафиксировано фотографически, а сам корень был сохранен для последующей идентификации древесного партнера.

Сравнение результатов анализа активности ^{137}Cs в плодовом теле и в субстрате пня позволяет сделать заключение, что такое накопление может быть обусловлено только тем, что плодовое тело аккумулировало ^{137}Cs из нижележащих почвенных горизонтов через корень дерева, а не из пня, субстрат которого был использован механически. Кроме того, проникновение эктомикоризообразующего гриба в субстрат пня не связано с переходом вегетативного мицелия к сапротрофному или ксилотрофному питанию.

По нашему мнению, такие полуразложившиеся растительные остатки, как пень с выросшим на нем эктомикоризным грибом Подберезовиком, следует рассматривать только в тесной связи с почвой и происходящими в ней процессами. С терминологической точки зрения вопрос фиксирования таких растительных остатков при описании почвенного профиля нуждается в дополнительном уточнении.

Работа рекомендована к.б.н., доц. СПБГУГА Д.М. Ивановым.

ОЦЕНКА БИОРАСТИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ГОРИЗОНТОВ ПОДЗОЛА

П.С. Киреев, М.Д. Рубан, М.Г. Деткова,
Д.Р. Кельгорн, А.А. Воробьев, Д.А. Ольхина
Педагоги: О.Б. Кожина, М.А. Надпорожская

ДО ДЮОЦ «Петродворец», ГОУ СОШ 412, mirgoolga@yandex.ru

Подзолы – это почвы, формирующиеся в нашей природной зоне под хвойными лесами на песчаных геологических отложениях. Для подзолов характерно резкое деление почвенного профиля на органическую и неорганические части. Органическая часть (или лесная подстилка)

состоит из растительного опада, накапливающегося на поверхности из-за медленных темпов разложения. Под подстилкой находится самый светлый в профиле горизонт – подзолистый. Чаще он белесый или белесо-палевый, состоит из мелких светлых песчаных зерен кварца и полевых шпатов. Это самые устойчивые минералы к действию органических кислот, поступающих из лесной подстилки. Иногда в подзолистом горизонте много древесных угольков, которые остались от давних лесных пожаров и долго сохраняются в почве. Ниже подзолистого горизонта лежит горизонт железистый (ржаво-желтый) или гумусово-железистый (кофейный, коричневый). Еще ниже залегает розовато-желтый песок, который еще называют почвообразующей породой. Именно такой песок был на поверхности до поселения растений, когда образовались эти геологические отложения после ухода ледника (примерно 10 тысяч лет назад). Желтый цвет песку придают пленки соединений железа, покрывающие зерна кварца и полевых шпатов. Корневые выделения и разлагающийся опад выделяют кислоты, которые растворяют железо – снимают красящие пленки с песчинок. Так образуется подзолистый горизонт. Почвенные воды выносят растворенные вещества вниз по почвенному профилю. Часть веществ остается и образует железистый или гумусово-железистый горизонты. Подзолы – сухие и бедные элементами питания почвы, на них может расти только очень нетребовательная растительность. Таковы сосновые леса с зеленомошным напочвенным покровом. При нарушении – ветровалах, проведении сплошных рубок или при карьерных работах – разные почвенные горизонты могут оказываться на поверхности. Они различаются по химическому составу, могут по-разному влиять на восстановление растительности. Цель нашей работы – оценка биорастительных свойств материала из различных горизонтов подзола. Были проведены опыты по биотестированию. В качестве тест-растений использовали зеленые мхи (смесь разных видов, собранных в парке «Сергиевка»), семена ячменя (сорт Ленинградский) и огурца (сорт «Родничок»). В контейнеры помещали навески образцов почвы (50 или 100 г) при оптимальной для роста растений влажности (прибавляли воду до образования комочков). В биотесте с семенами огурца и ячменя измеряли длину главного корня через 7 дней, в повторном биотесте с семенами ячменя – через 3 дня. В первом биотесте для контроля использовали промытый от растворенных веществ и углей материал подзолистого горизонта, во втором – увлажненную фильтровальную бумагу. В биотесте с зелеными мхами наблюдали за высотой и густотой появляющихся проростков мха. Давали сравнительную оценку по вариантам опыта в условных баллах. Первый биотест показал, что

семена огурцов не развивались ни в одном варианте, а семена ячменя проросли лучше всего в промытом песке, остальные же образцы из подзола уменьшали длину корней и стеблей проростков ячменя. Возможно, что на результаты повлияла невысокая температура помещения, где проводили биотест (+18 °С). Поэтому второй биотест провели при (+24 °С). Второй биотест подтвердил полученные ранее результаты. Длина корней была наибольшей в контроле, на фильтровальной бумаге, и в варианте с образцами почвообразующей породы, несколько отставала длина корней проростков ячменя на образцах подзолистого горизонта. Образцы железистого и гумусово-железистого горизонтов угнетали рост корней проростков ячменя. На развитие зеленых мхов исследуемые почвенные образцы оказывали похожее влияние, мхи несколько замедляли рост на всех образцах из подзола.

УДК 631.4

ПОЧВЫ ПРИРОДНЫХ ЗАКАЗНИКОВ БУГУЛЬМИНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

К.М. Кондратова

Педагог: к.б.н. Д.В. Иванов

МБОУ «Средняя общеобразовательная русско-татарская школа № 161»,
г. Казань, konksusha@mail.ru

Вопросам, связанным с формированием и развитием сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ) традиционно уделяется особое внимание. Современная система ООПТ Республики Татарстан (РТ) включает 171 природный объект. Почвы ООПТ РТ пока недостаточно изучены. В этой связи задача исследования почвенного покрова заказников биологического (ботанического) профиля, расположенных на территории Бугульминского района РТ, представлялась нам актуальной.

Полевые исследования почвенного покрова заказников «Адонисовый лес», «Ново-Александровский склон» и «Казанкинский ботанический заказник по сохранению адониса весеннего» проводились в рамках школьной экологической экспедиции и включали закладку почвенных разрезов и прикопок на основных элементах рельефа с учетом характера доминирующего растительного покрова, их морфологическое описание и отбор проб для физико-химического анализа. В лабораторных условиях определялись реакции среды водной вытяжки, содержание органического вещества (гумуса) и плотность почвы.

Почвенный покров заказников «Адонисовый лес» и «Ново-Александровский склон» представлен зональными подтипами серых и темно-серых лесных, сформированных преимущественно на бескарбонатных делювиальных отложениях, почвы «Казанкинского ботанического заказника» – выщелоченными и типичными черноземами на элювии известняков. Установлено, что пространственная изменчивость почв в границах заказников обусловлена характером почвообразующей породы и расположением почв по элементам рельефа. В заказнике «Адонисовый лес» отмечена редкая для республики серая лесная супесчаная почва на делювиальных отложениях.

Морфологически почвы заказников отличаются степенью проявления дернового и элювиального процессов и окарбоначенностью профиля. Почвы черноземного ряда в Казанкинском заказнике имеют наиболее мощный (до 35 см) темноокрашенный гумусовый горизонт по сравнению с серыми лесными почвами Ново-Александровского склона и Адонисового леса. Наличие в них карбонатов фиксируется преимущественно в почвообразующей породе. Признаки элювиального процесса почвообразования в виде присыпки кремнезема хорошо выражены в серых лесных почвах заказника «Адонисовый лес».

Исследованные свойства почв заказника можно охарактеризовать как типичные для соответствующих разностей. Реакция среды водной вытяжки в профиле почв в основном варьирует в нейтральном интервале (6.7–7.2) и только в гумусовых горизонтах серых лесных почв заказника «Адонисовый лес» отличается пониженными значениями (5.4–5.8). Содержание гумуса в органогенных горизонтах колеблется в серых лесных почвах на уровне 4.8–5.7 %, в черноземах – 7.7–9.8 % и довольно резко падает с глубиной. Плотность сложения всех исследованных почв изменяется в пределах 0.95–1.15 г/см³. Указанные физико-химические и физические свойства почв благоприятны для произрастания большинства видов дикорастущих растений заказников, включая редкие.

Для обеспечения режима особой охраны почв и наземных экосистем заказников по результатам исследования рекомендовано включение серой лесной супесчаной почвы под березняком разнотравно-злаковым заказника «Адонисовый лес» в «Красную книгу почв Республики Татарстан» в категорию «редкие почвы». Охрана почв заказников должна предусматривать ограничение выпаса скота, полный запрет распашки земель и иные природоохранные мероприятия в зависимости от специфики охраняемых растительных сообществ.

О ВЛИЯНИИ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВЫ НА ПРОРАСТАНИЕ И РАЗВИТИЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

О.Т. Костив

Педагог: к.г.н., доц. В.В. Федонюк

Волынский лицей-интернат Волынского областного совета, Луцкий
национальный технический университет, г. Луцк, Украина,
ecolutsk@gmail.com

Кислотность почв – важный фактор, определяющий их плодородие и возможности хозяйственного использования. Кислотность почвы, в свою очередь, может существенно зависеть от показателя pH атмосферных осадков, особенно в случае выпадения так называемых кислотных дождей. В рамках научного исследования кислотности атмосферных осадков в Луцке на протяжении 2015–2016 гг., был заложен эксперимент по изучению влияния кислотности осадков на прорастание и развитие зерновых культур (ячменя и овса). Суть эксперимента: в 6 ящиков, наполненные плодородной садовой землей, высевали семена зерновых культур (3 ящика – ячмень, 3 – овес). После посева грунт регулярно поливался: в 2 контрольных ящиках – обычной дождевой водой, в 2 опытных ящиках – водой, в которой установлен pH = 5 (слабокислотный дождь), в следующих 2 опытных ящиках – водой с установленным pH = 3 (сильнокислотный дождь). Для имитации кислотного дождя при поливе семян и всходов был использован раствор сульфатной кислоты, необходимый показатель pH в растворе контролировался с помощью портативного pH-метра АТС.

Результаты эксперимента: на всхожесть и прорастание семян кислотность поливной воды не оказала существенного влияния. Отличия в развитии посевов в контрольных и опытных ящиках впервые проявились через 2 недели после начала эксперимента. Постепенно посевы ячменя и овса, которые поливались водой с pH = 3, стали желтеть, растения поникали, вяли, некоторые гибли. Рост растений замедлился, потом прекратился. Полная гибель посевов ячменя наблюдалась в опытном ящике, поливаемом водой с pH = 3, на 30 сутки эксперимента, а посевов овса – на 35 сутки. В опытных ящиках, полив рассады в которых осуществлялся водой с pH = 5, на 25–30 сутки проявились признаки ослабления растений, они постепенно стали более бледными и отставали в росте по сравнению с растениями в контрольных ящиках. Эти признаки наблюдались для обеих зерновых культур.

Полученные нами результаты эксперимента свидетельствуют о необходимости детального исследования кислотности осадков с целью изучения влияния этого показателя на рост и развитие сельскохозяйственных растений, на общее состояние почв в регионе. На рис. графически представлены наши результаты лабораторного определения показателя pH в осадках для Луцка на протяжении 2015–16 гг.

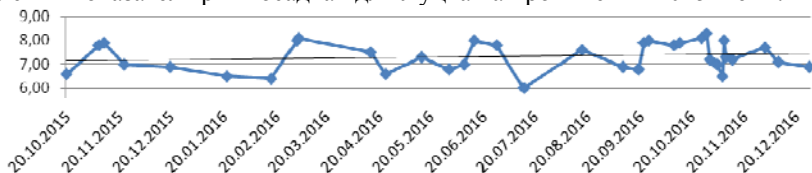


Рисунок. Динамика кислотности атмосферных осадков в Луцке на протяжении 2015–2016 гг.

Анализ графика свидетельствует о том, что в целом осадки в течение исследуемого периода имели нормальный показатель кислотности ($pH = 6-7$). Годовой тренд – практически прямая линия. Самые высокие показатели кислотности дождевой воды отмечались тогда, когда дождь выпадал после длительного засушливого периода. В таких случаях осадки как бы «вымывают» из воздуха накопившиеся там кислотные окислы. Проанализировав данные наблюдений на протяжении 2015–16 г.г., мы планируем исследовать в 2017 зависимость между показателем pH в дождевой воде и продолжительностью засушливого периода накануне этого дождя.

ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ г. ВОЛГОГРАДА

Г.А. Пекова, Е.О. Толмачева, Д.В. Вовк, М.Ю. Волков

Педагоги: Н.В. Дубовицкая, И.Н. Фасевич

МОУ СОШ № 54, Волгоград, dnata29@yandex.ru

Волгоград – крупный промышленный и культурный центр юга России, занимающий выгодное географическое положение, расположенный на пересечении важнейших транспортных магистралей. Волгоградская область, в том числе г. Волгоград расположены на юго-восточной части Русской (Восточно-Европейской) равнины, в районе Нижнего Поволжья и Донской Луки. Протяженность г. Волгограда свыше 80 км вдоль правого берега Волги. Общая площадь городских земель составляет 56,5 тыс. га. Проблема загрязнения почвы стоит не менее остро, чем ситуация с загрязнением воздуха и воды. Особый внос

в загрязнение почвы вносят промышленные предприятия, многочисленный автомобильный транспорт и несанкционированные свалки бытового мусора и промышленных отходов, а также особо следует отметить вред от бесконтрольного применения в сельском хозяйстве удобрений и различных средств для растений.

При исследовании проб почв Волгограда замечено повышенное содержание фенола и формальдегидов [2]. Наиболее сильное загрязнение почвы регистрируется на территории промышленных предприятий, однако, казалось бы, чистые зеленые зоны Советского и Красноармейского районов также загрязнены тяжелыми металлами.

Вызывает надежду то, что в последние несколько лет в сельском хозяйстве для защиты растений все чаще стали применять биологические средства, действие которых более щадяще для экосистемы.

Почвенный покров области находится в относительно удовлетворительном состоянии. Количество вносимых удобрений на 1 га сельскохозяйственных земель не превышает 0.5 кг [1]. Однако отрицательными последствиями антропогенных воздействий являются дегумификация и эрозия почв. Отмечено, что за последние годы в почвах Волгоградской области потери гумуса составили от 0.2 до 0.8 % для черноземов, а за период земледелия потери гумуса в пахотном слое почвы Волго-Донского степного района достигли 1.61 % (по данным ВНИАЛМИ). Наиболее активно процессы эрозии развиваются в возвышенных районах правого берега Хопра, Дона (Клетская, Подгорский), Волги (Антиповка), Балыклейки. В ряде районов – Клетском, Дубовском, Камышинском – принимаются меры по ослаблению водной эрозии. В правобережье на плодородии почв складываются водная и ветровая эрозии, в Заповжье – ветровая эрозия и засоление [2]. В отдельных хозяйствах области отмечались превышения предельно допустимых концентраций в почвах по пестицидам в 1.5–2 раза, по тяжелым металлам в 1.6–10.6 раза. Почвы сельскохозяйственных угодий Волго-Ахтубинской поймы также загрязнены пестицидами, нитратами, металлами. Площадь загрязненных земель в регионе достигает 33.2 тыс. га, эродированных сельскохозяйственных угодий – свыше 2 млн. га, засоленных – более 1.4 млн. га.

Сохранение и улучшение почвенного покрова, а, следовательно, и основных жизненных ресурсов в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства, развития промышленности, возможно только при хорошо налаженном контроле над использованием всех видов почвенных и земельных ресурсов.

Литература

1. Ковда В.А. Основы учения о почвах. – М., 1973. Т. 1–2.
2. Земледелие с почвоведением / А.М. Лыков, А.А. Коротков, Г.И. Баздырев, А.Ф. Сафонов. – М.: Колос, 1999. – С. 102.

Работа рекомендована к.с.-х.н. ВГСХА, Н.Е. Степановой.

УДК 631.41

ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОЗЕРА АТАМАНСКОЕ КАМЕНСКОГО РАЙОНА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.П. Пропастина

Педагог: М.Г. Королева

МБОУ «Школа № 61» г. Ростов-на-Дону, prokaterina199920@gmail.com

Одной из основных экологических проблем современности является урбанизация, связанная со стремительным ростом городов. Сосредоточение промышленных предприятий, мощные транспортные потоки, деятельность коммунальных служб привели к тому, что крупные промышленные города выделяются на природном фоне как центры концентрации загрязнителей окружающей среды. Около 1 % территории суши Земли занято городами, при этом доля городского населения в общей численности населения промышленно развитых стран составляет 75 %. Возникшая сложная экологическая обстановка на урбанизированных территориях представляет определенную опасность для здоровья населения.

Объектом исследования является озеро Атаманское Каменского района Ростовской области. В результате сброса промышленных стоков в озеро, который продолжался до середины 90-х годов, природные экосистемы были уничтожены, техногенное озеро-шламонакопитель превратилось в опаснейший источник загрязнения окружающей среды. Основная масса загрязняющих веществ (сероводород, сероуглерод, фенолы, цинк, медь, свинец, кадмий, ртуть, мышьяк, бор, серебро, молибден и др.) сосредоточена в текучих илах, в верхнем слое толщиной 1.5–2.5 м. Текучие техногенные илы озера Атаманское по содержанию тяжелых металлов и других микроэлементов может быть приравнено к богатым рудам, а их запасы позволяют начать разработку техногенных руд в промышленных масштабах.

Для определения концентрации валовых форм тяжелых металлов нами был использован рентгенофлуоресцентный анализ (РФА). Он представляет собой один из современных спектроскопических методов исследования вещества с целью получения его элементного состава.

Метод РФА основан на анализе спектра, возникающего при облучении исследуемого материала рентгеновским излучением. Оценка уровня химического загрязнения почв, как индикатора неблагоприятного воздействия на здоровье населения проводится по набору показателей. Такими показателями являлись: коэффициент концентрации химического вещества и суммарный показатель загрязнения.

По результатам рентгенофлуоресцентного анализа нами были получены данные по следующим металлам: Cu, Zn, Pb. В качестве фоновых концентраций были взяты данные по содержанию тяжелых металлов в илах, взятых в особо охраняемой природной территории «Хороли» Зерноградского района Ростовской области. Для территории озера Атаманского отмечаются крайне высокие содержание загрязнителей. Концентрация Pb превышает ПДК в 72 раза, а Zn в 727 раз.

Территория озера Атаманского относится к категории «Чрезвычайно опасная», по содержанию тяжелых металлов. Суммарный показатель загрязнения варьирует в интервале от 0 (удаленные от озера территории) до 714 (дно озера Атаманское).

С помощью ГИС-технологий нами была выполнена картосхема загрязнения территории прилегающей к озеру Атаманскому Каменского района Ростовской области.

УДК 631.4

ПОЧВЫ УЧЕБНОЙ ТРОПЫ «АЗИНСКИЙ ЛЕС» г. КАЗАНИ

И.Н. Сазонова

Педагог: А.Б. Александрова

МБОУ «Школа № 144» г. Казани, adabl@mail.ru

Сохранившиеся участки лесов в городской черте являются резерватами фауны, флоры, почв и играют незаменимую роль в поддержании и сохранении благоприятного микроклимата близлежащих микрорайонов, а также выполняют рекреационные функции. Поэтому изучение почв естественных биогеоценозов в городской черте представляет не только теоретический, но и практический интерес.

Цель работы: характеристика почв учебной экологической тропы «Азинский лес».

Задачи: 1. заложить почвенно-геоморфологический профиль на основном элементе рельефа; 2. изучить морфологические особенности почв.

Азинский лес (координаты N 55°46'–55°47', E 49°14'–49°16') произрастает в восточной части города Казани. Рельеф Азинского леса представляет собой склон восточной экспозиции с уклоном от 5–7 до 10° в сторону реки Нокса.

В 2016 году учащимися школы № 144 была обследована часть территории Азинского леса. По материалам натурного обследования и с учетом данных спутниковой карты был построен маршрут экологической тропы с остановками для ознакомления с растительностью, почвами леса и также с овражно-балочным элементом рельефа.

Для характеристики почв учебной тропы на склоновом элементе рельефа был заложен геоморфологический профиль. На местности с помощью GPS навигатора на точках тропы № 1, № 2, № 4 были отсняты абсолютные высоты 126 м, 124 м, 122 м и отмечены колышками места закладки разрезов. Было заложено три разреза. Описание почв проводилось по классификации 1977 г. и атласу почв Республики Татарстан для школьников (2015).

Под сосняком разнотравным (точка № 1) и березняком злаковым (точка № 2) формируются дерново-подзолистые почвы. Хорошо выраженный травянистый покров сосняка разнотравного обуславливает формирование дернины 2 см, под которой залегает гумусовый легкосуглинистый горизонт комковатой структуры, мощностью 14 см. Ниже находится белесый, непрочно-плитчатый подзолистый горизонт, подстилаемый иллювиальным горизонтом.

Под березняком разнотравным развиваются дерново-подзолистые почвы, в верхней части профиля которых выделяются дернина 2–3 см и гумусовый горизонт мощностью 16 см. Формирование почв в средней части склона обуславливает увеличение мощности гумусового горизонта на 2 см, по сравнению с почвой точки № 1.

Подзолистый горизонт изученных почв небольшой мощности 13–14 см, что позволяет отнести их к виду дерново-неглубокоподзолистых почв.

На берегу реки Нокса, протекающей по территории леса, формируются аллювиальные дерновые почвы. Серый, комковато-зернистый гумусовый горизонт, мощностью 19 см, залегает на слабослоистых аллювиальных отложениях. Гранулометрический состав гумусового горизонта среднесуглинистый, горизонт мягкий.

Выводы

1. Заложен и изучен почвенно-геоморфологический профиль на склоновом элементе рельефа учебной тропы «Азинский лес» г. Казани. На верхней и средней частях склона формируются дерново-

подзолистые почвы. На берегу реки Нокса развиваются аллювиальные дерновые почвы.

2. Особенностью морфологического строения является разная мощность гумусового горизонта дерново-подзолистых почв, в зависимости от расположения их на верхней или средней части склона. Аллювиальная дерновая почва среднесуглинистая, комковато-зернистой структуры.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ БОРЩЕВИКА В ПЕТРОДВОРЦОВОМ РАЙОНЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

А.А. Скитович

Педагоги: Н.Д. Каверзова, М.А. Надпорожская
ДО ДЮЦ «Петродворец», Гимназия императора Александра II
mironovaelena1968@yandex.ru

Город является искусственной экологической системой, в которую могут быть занесены растения, не характерные для данной местности и опасные для человека. Примером такого растения-вселенца, или инвазивного растения, является борщевик. В Европе известно более 20 различных видов рода *Heracleum*. Три вида, *Heracleum Mantegazzianum* Sommet Levier, *Heracleum Sosnovskyi* Manden и *Heracleum Persicum* Desf., из-за их огромных размеров объединяют в группу «гигантские борщевики» (Богданов, Николаев, Шмелева, 2010). Благодаря большой высоте стеблей этих растений широкие раскидистые листья затеняют землю, лишая другие растения света и возможности роста. В 1950-е годы было начато культивирование борщевика как перспективного кормового растения, он широко распространился на сельскохозяйственных полях в Германии, Белоруссии, Эстонии, Латвии, Литве, Польше, Украине, России. В Европе чаще встречается *H. Mantegazzianum*, а на Северо-Западе России *H. Sosnovskyi*. Также произрастает местный вид – борщевик сибирский. Постепенно выяснили, что борщевик на корм скоту не годится, поскольку ухудшает вкус молока и мяса, а при контакте с кожей человека может вызывать ожоги (Никандрова, 2015). В 1980-е годы XX века культивирование борщевика прекратили. Там, где пахотные земли перешли в залежи, борщевик неконтролируемо разрастается. *H. Sosnovskyi* ежегодно увеличивает занятую им площадь на 10 %, вытесняя местные виды растений (Лунева, 2013). В декабре 2015 года *H. Sosnovskyi* внесен в отраслевой классификатор сорных растений. С этого времени Россельхознадзор может применять меры административного

воздействия к собственникам и арендаторам, допускающим разрастание борщевика на своих территориях (<http://www.lenoblinform.ru/news/borschevik-teper-vne-zakona.html>). Борщевик встречается и в городских районах Санкт-Петербурга. Учет этих мест произрастания борщевика не произведен.

Цель работы – предотвратить учет и контроль произрастания борщевика в Петергофе. В течение 2015–2016 гг. были проведены маршрутные обследования района и опрос населения. На октябрь 2016 выявлено и закартировано 9 участков произрастания борщевика Сосновского: в парке Сергиевка (3 участка), в Новом Петергофе (4 участка) и один участок в Матышкино регулярно выкашивают. Самый экологически опасный участок с борщевиком находится в Мартышкино на углу улиц Жоры Антоненко и Некрасова: занимает большую площадь (600 м²); часть растений осеменяются, вблизи находятся жилые дома, школа, садик. Согласно полученным консультациям ученых СПбГУ, описанию растений в (Атлас..., 2010, <http://www.plantarium.ru/page/search.htm>), найденные нами растения относятся к различным видам борщевика. На участках 1–16 (Ломоносов, Мартышкино, ул. Некрасова), 2–16 (Ломоносов, Мартышкино, ул. Новогорская, 25), 6–16 (Н. Петергоф, парк Александрия, берег Финского залива) обнаружен *H. Sosnovskyi*. На этот вид указывают и растения, обнаруженные на участках 8–16 (середина ул. Эйхенской, около д. № 19) и 9–16 (Н. Петергоф, ул. Конно-Гвардейская), т.к. стебли покрыты характерными красновато-бурыми пятнами, листья менее перистые, более гладкие и ярко-зеленого цвета, что не характерно для борщевика Сибирского. Согласно литературным данным, на участках 3–16 (Петергоф, парк Сергиевка, западный сектор, луг к югу от оранжереи) и 5–16 (Петергоф, парк Сергиевка, восточный сектор, луг к северу от Дворца) растет борщевик Сибирский. На участке 4–16 (Петергоф, парк Сергиевка, восточный сектор, луг к северу от корпуса 3) растет *H. Mantegazzianum* (Румянцева Е.Е., 2005 г.). Борщевик в городе представляет опасность для населения, а в связи с решением Министерства сельского хозяйства России от декабря 2015 года работы по удалению опасного растения на территории Петергофа не только экологически необходимы, но и законодательно обоснованы.

ЦИМБАЛЯРИЯ ПОСТЕННАЯ ДЛЯ ДОМАШНЕГО ОЗЕЛЕНЕНИЯ

Е.П. Стадник

Педагоги: Е.В. Болонкина, М.А. Надпорожская
ДО ДЮОЦ «Петродворец», ГОУ СОШ 567, marinta@mail.ru

Объект работы – цимбалиярия постенная или льнянка цимбаловидная (*Cymbalaria muralis*) – многолетнее растение из семейства норичниковых, рода льнянок. У цимбалиярии округло-лопастные зеленые листья на длинных черешках. Цветки некрупные, до одного сантиметра в диаметре, розоватые или розовато-фиолетовые. Окраска листьев и цветков меняется в зависимости от условий питания и освещения. Плод – коробочка округлой формы, семена мелкие. У цимбалиярии сильные подземные корневища и ползучие укореняющиеся побеги, высотой не больше 5 см, с помощью которых она способна за короткий период занять очень большую территорию. Цимбалиярия происходит из Западной Европы. Ее издавна выращивали на альпийских горках или как почвопокровное растение. Цимбалиярия нетребовательна к условиям, хорошо развивается и на солнце, и в тени, и при дефиците влаги. Иногда она «убегает» из культурных посадок и может долгие годы расти «самостоятельно».

Цель работы – изучение особенностей выращивания цимбалиярии в домашних условиях. В маршрутных обходах по парку Сергиевка мы выявили два места, где растёт цимбалиярия: на цоколе южного фасада дворца Лейхтенбергских и около оранжереи. На зиму стебли цимбалиярии отмирают, сохраняются только короткие побеги, прячущиеся от непогоды в щелях каменной кладки. Поэтому осенью можно без ущерба для растения собрать посадочный материал. Мы провели четыре опыта по выращиванию цимбалиярии дома. В опыте 1 черенки после укоренения в воде высадили в почву, где цимбалиярия хорошо росла, цвела и дала семена. Семена собрали и посадили в горшок с азалией (опыт 2), где разросшиеся побеги цимбалиярии были очень декоративны. В опыте 3 свежесрезанные черенки цимбалиярии высаживали во влажные грунты: почву из парка «Сергиевка», торфогрунт для цветов (Well торф) и кофейный жмых (спитую кофейную заварку). Грунты увлажняли отстоянной водопроводной водой до образования комочков. Считается, что если влажный грунт собрался в комочки, то содержит оптимальное для роста растений количество воздуха и воды. Через неделю на почве и торфогрунте появились молодые побеги, а на кофейном жмыхе растения погибли, поверхность жмыха покрылась частыми зелеными пятнами плесени. В четвертом опыте цимбалиярию выращивали из семян.

Первые три варианта были как в опыте 3, и еще смешивали почву торфогрунтом и кофейным жмыхом (10:1). Жмых кофе заплесневел как в третьем опыте, на смеси жмыха кофе с почвой на шестой день появилась плесень в виде белесого «пушка», семена в этих вариантах погибли. Проростки цимбаларии появились на 10–11 день во всех остальных вариантах. Причину непригодности кофейного жмыха пробовали выяснить по реакции среды и минерализации водной вытяжки. Минерализация водной вытяжки торфогрунта и кофейного жмыха значительно больше, чем для вариантов с почвой и ее смесями. Но в торфогрунте семена цимбаларии проросли, а в жмыхе нет. По pH все грунты опыта 4 благоприятны для роста растений. Вероятно, токсичность кофейного жмыха для цимбаларии происходит от каких-то других причин.

Выводы. Цимбалария постенная много лет растет в парке «Сергиевка» и здесь можно без ущерба для растений собрать осенью посадочный материал, черенки или семена. Цимбаларию легче размножать черенками. Почва парка «Сергиевка», торфогрунт и их смесь (10:1) пригодны для выращивания цимбаларии дома. Кофейный жмых непригоден для выращивания цимбаларии ни в чистом виде, ни в виде примеси к почве.

УДК 574

КРЕСС-САЛАТ – БИОИНДИКАТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ

М.А. Сутеев

Педагог: И.В. Кочиной

Центр дополнительного образования «Созвездие», город Тутаев,
tmr-sozvezdie@mail.ru

Изучая энциклопедию растений, мы нашли информацию о кресс-салате. Кресс-салат – однолетнее овощное растение, обладающее повышенной чувствительностью к загрязнению почвы. Загрязнение почвы – одна из актуальных экологических проблем, поэтому нам стало интересно провести эксперимент по выращиванию кресс-салата на почвах с различной степенью загрязнения.

Цель исследования: Проверить экспериментально биоиндикационные свойства кресс-салата. Задачи исследования: 1) определить всхожесть кресс-салата в почве с различной степенью загрязнения; 2) определить среднюю высоту растений кресс-салата в опытных образцах.

Объект исследования: растения кресс-салата «Забава».

Предмет исследования: всхожесть и высота растений кресс-салата, выращенных в почве с различной степенью загрязнения (почва с дачи, из городского парка, возле автодороги и возле железной дороги).

Гипотеза исследования: на почве с дачи будет самая высокая всхожесть и самые высокие и крепкие растения кресс-салата, всех хуже растения будут развиваться в почве, взятой возле железной дороги.

Методы исследования

Проверка всхожести семян: из трех приобретенных пакетиков семян кресс-салата было взято по 10 штук, проращивание производилось на влажных салфетках в течение 4 суток при комнатной температуре при поддержании постоянной влажности.

Эксперимент

1. Отбор проб почвы проводили в нескольких точках определенной местности (дача – № 1, парк – № 3, автодорога – № 4, железная дорога – № 2) на глубину лопатки.

2. В 4 емкости (емкости пронумеровали) с почвой с различной степенью загрязнения (почва с дачи, из городского парка, возле автодороги и возле железной дороги – опытные образцы) посадили по 30 семян кресс-салата на глубину примерно 5 мм.

3. Описание участков отбора почвенных проб (месторасположение, наличие объектов-загрязнителей почвы).

4. В качестве контроля определили образец почвы, привезенный с дачи.

5. Все опытные образцы были помещены в одинаковые условия (стояли на подоконнике, проводилось увлажнение по мере необходимости).

6. В течение 11 дней проводили наблюдение за прорастанием семян: проводили подсчет их количества, в конце эксперимента измерили высоту каждого проростка при помощи линейки.

7. Сравнили качество проростков (количество и высота) в опытных образцах.

Результаты исследования и их анализ.

Всхожесть семян проверяли на 4 день, посчитав количество проросших семян, их оказалось 26 (87 %), что является нормальным.

Опыты были заложены 17 августа 2016 года. По мере необходимости производилось увлажнение почвы. Далее в течение 11 дней проводили наблюдение и подсчет количества проростков растений.

Лучшая всхожесть семян кресс-салата оказалась в пробе № 3 (почва из городского парка, 24 из 30), на втором месте всхожесть в про-

бе № 1 (почва с дачи, 23 из 30), самая худшая всхожесть растений в пробе № 2 (почва, взятая возле железной дороги, 20 из 30).

Измерения высоты растений кресс-салата показали лучшие результаты в пробе № 1 (почва с дачного участка, средняя высота 4.5 см), худшие результаты в пробе № 4 (почва, взятая возле автодороги, средняя высота 3.7 см). На внешний вид растения кресс-салата в пробах № 1 и № 3 (почва с дачи и из парка) более крепкие. Но в пробе № 1 они еще оказались и более устойчивыми (менее полегли в конце эксперимента).

Выводы

1. Лучшая всхожесть семян кресс-салата оказалась в пробе № 3 (почва из городского парка).

2. Большее количество проростков кресс-салата оказалось в пробах № 1 и № 3 (почва с дачи и из городского парка), самое меньшее количество проростков – в пробе № 2 (почва, взятая возле железной дороги).

3. Растения кресс-салата выше в пробе № 1 (почва с дачного участка), самая низкая в пробе № 4 (почва, взятая возле автодороги). На внешний вид растения кресс-салата в пробах № 1 и № 3 (почва с дачи и из парка) более крепкие.

4. Было доказано, что всхожесть семян кресс-салата, высота и внешний вид растений хуже в пробах, взятых из мест с сильным загрязнением транспортом.

Гипотеза исследования подтверждена частично.

Алфавитный список авторов

Akhavan Ghalibaf, M.....	200, 202	Аракелова Л.И.	206
Antonenko E.M.....	271	Асташова Е.Ф.	22, 32
Bidaki, H.....	200	Ахмедова Э.М.....	149
Deryabkina (Turina) I.G.	271	Багрова С.М.	285, 332
Kizilkaya R.	271	Баженов А.И.	151
Minkina T.M.....	271	Бакалдина В.Д.	287
Nevidomskaya D.G.....	12	Бакунович Н.О.....	16
Rajput V.D.....	12	Балабушкина А.К.	207
Salamova A.S.....	271	Баранова Г.В.	252
Savin, I.....	200, 202	Барсукова Е.А.	334
Shirazi, M.....	202	Басаргина А.А.....	113
Sushkova S.N.....	12, 271	Басманов А.В.	180
Tsitsiashvili V.S.....	12	Бауэр Т.В.....	22, 65, 288
Абросимова Г.В.	204	Бахарев А.А.	115
Авдеева А.В.....	357	Бекк В.В.	209
Агафонова Е.В.....	311	Белик А.А.....	116
Аймалетдинов Р.А.	284	Белоконь Л.Н.....	141
Александрова А.Б.	368	Бережных Ю.В.....	207, 210
Алилов Д.Р.....	13	Бескровный А.К.....	17
Алимов А.В.	148	Бикмулина Л.Р.....	151
Андреева О.А.	60, 112	Богданов А.И.	181
Андреева Ю.И.	96	Богомолов А.М.....	183
Анохина Н.А.....	14	Божков Д.В.	160
Антоненко Е.М.....	218, 271	Болонкина Е.В.	372
Антонова И.И.	284	Бондаренко М.С.....	255
Анциферов М.К.....	350	Бондарчук А.А.....	19
Апарин Б.Ф.....	6	Боровикова Я.В.....	290
		Брусенцев А.Е.....	21
		Брыжова И.П.....	350
		Буздакова П.В.....	79, 107, 212
		Бузылев А.В.....	94
		Булышева А.М.....	292
		Бурачевская М.В.	22, 288
		Валевич Т.О.	213

Варенова А.А.....	351	Дунаева А.А.....	35
Васильченко О.И.....	353	Душанова К.С.....	297
Васильчук Дж.Ю.....	24	Дыдышко С.В.....	188
Вепрынцева К.Р.....	215		
Вершинин И.Д.....	354	Егорова З.Н.....	156
Власова Ж.Е.....	353	Елисеева М.В.....	36
Вовк Д.В.....	365	Еремеева Д.В.....	38
Волков М.Ю.....	365	Ефремова Е.П.....	298
Волкова И.Н.....	293		
Воробьев А.А.....	360	Жилин Н.И.....	284
Воробьев М.В.....	118	Журавлева В.И.....	356
Гаврилова В.И.....	26	Замулина И.В.....	32
Гаджикеримова А.Г.....	216	Захарова М.К.....	157
Гасанова Е.С.....	153	Земсков Ф.И.....	284
Гербер А.А.....	335	Зенкин Я.С.....	159
Гимп А.В.....	218	Зинчук С.В.....	223
Гиневский Р.С.....	28, 55, 185, 187, 306	Золовкина Д.Ф.....	300
Глушакова А.М.....	92	Зубова Е.А.....	357
Головлева Ю.А.....	220		
Гололобова А.Г.....	221	Иванов Д.В.....	362
Гонгало А.А.....	120	Иванов Д.Г.....	301
Гонина Е.С.....	30	Иванов Е.Д.....	123
Горовцов А.В.....	32	Иванова В.Д.....	359
Грищенко В.Д.....	353	Иванова Е.А.....	24
Гусева И.Ю.....	55, 69, 187	Ильинцев А.С.....	225
Гюльтер Д.Ф.....	295	Итикеев И.И.....	190
Даутоков И.М.....	121	Каверзова Н.Д.....	370
Дергачева Е.В.....	337	Казадаева Ю.С.....	226
Дерябкина (Тюрина) И.Г.....	218, 266, 271	Кайдун П.И.....	144
Деткова М.Г.....	360	Калмыкова Н.Г.....	192
Димитрова Н.А.....	33	Канатова Д.А.....	160
Доморацкий Э.А.....	356	Капустина И.С.....	40
Дубинина М.Н.....	135, 337	Карелина В.С.....	228
Дубовицкая Н.В.....	365	Карпухин М.М.....	284
Дударева Д.М.....	155	Качалкин А.В.....	92
		Квиткина А.К.....	155
		Кельгорн Д.Р.....	360

Киреев П.С.....	360	Литвинов Ю.А. .107, 128, 212, 334	
Киселева А.Ю.....	231	Лойко С.В.....	57
Киселева В.А.....	230	Лыхман В.А.....	127
Клещенко М.М.....	42	Любимов И.С.....	308
Клюева В.В.....	233		
Ковалева В.А.....	43	Макаренко Т.И.....	238
Кожевников Н.В.....	162	Макасеева Е.И.....	245
Кожина О.Б.....	360	Максимова Е.Ю.....	6
Козина Т.А.....	45	Максимович А.В.....	247
Козлов А.В.....	47	Манджиева С.С.....	22
Козырев Д.А.....	337	Манджиева С.С.....	141
Колобова Н.А.....	156	Манджиева С.С.....	165
Комарова Т.В.....	303	Марахова Н.А.....	309
Кондакова О.Э.....	235	Маричев М.С.....	248
Кондратова К.М.....	362	Маслаков И.В.....	59
Кондрашова Ю.В.....	48	Маслов М.Н.....	60
Кононов А.Л.....	354	Матвеева Н.В.....	166
Кононов Д.Л.....	354	Матюгин В.А.....	62
Копеина Е.И.....	60	Маштыкова Л.Ю.....	141, 165
Коркина Е.А.....	339	Меженков А.А.....	128
Коркка М.А.....	285, 321	Мерзлякова А.Д.....	250
Королева М.Г.....	367	Минкина Т.М.....	266, 271
Костив О.Т.....	364	Минникова Т.В.....	252
Котелевец Д.В.....	24	Мирошина В.С.....	253
Котельникова А.Д. ...	125, 166, 172	Митракова Н.В.....	311
Котик М.В.....	236	Михайлов С.А.....	255
Кочиной И.В.....	373	Михайлова З.С.....	353
Кравцов П.Г.....	163	Мишаров В.В.....	64
Краковецкий А.В.....	238	Мишунина А.С.....	256
Красников Д.В.....	239	Мусаев Т.К.....	8
Красова А.С.....	351	Мучанко А.А.....	354
Кузьмина Д.М.....	51		
Кузьминская Н.Ю.....	241	Надпорожская М.А. 351, 356, 360,	
Куприянова Ю.В.....	52	370, 372	
Курасова А.О.....	54	Невидомская Д.Г.....	12, 65, 288
		Нечаев Л.В.....	67
Лада Н.Ю.....	304	Низиенко Е.А.....	258
Лазарев В.А. ...	28, 55, 69, 185, 306	Никитич П.А.....	38
Лазарева М.А.....	243	Никоноров А.О.....	28, 69, 187
Левченко Е.А.....	42	Носов В.В.....	160

Огородников С.С.	259	Седова А.М.	318, 356
Ольхина Д.А.	360	Сергиенко О.М.	323
Педранова В.И.	70	Симонова Ю.В.	324, 342
Пекова Г.А.	365	Скитович А.А.	370
Першина Т.С.	168	Скосырский Н.А.	77
Петрин Г.К.	354	Скрипников П.Н.	79, 135
Петров И.М.	130	Смирнов М.В.	137
Петрова А.И.	132	Соколовская Е.Л.	80
Петрова И.В.	354	Солдатова А.В.	267
Пивченко Д.В.	169	Соловьева А.А.	82
Плахов Г.А.	261	Сорока А.О.	84
Плотникова В.С.	133	Сорокина К.И.	269
Плотникова О.О.	263	Сорокина Н.В.	326
Погосян Л.А.	264	Соромотина К.С.	86
Подволоцкая Г.Б.	72	Спорыхина Т.А.	73, 87
Поздняков Л.А.	60	Стадник Е.П.	372
Полиенко Е.А.	127, 135	Степанова В.А.	327
Полосухина Д.А.	314	Сулейманов А.Р.	89
Попов А.Е.	79, 135	Сутеев М.А.	373
Попова С.В.	315	Суховереева О.Э.	90
Прибура А.Д.	73, 87	Сушков Н.И.	125, 156, 172
Приходько А.В.	120	Сушкова С.Н.	12, 266, 271
Пропастина Е.П.	367	Тагивердиев С.С.	236, 261, 272, 337
Ревина Я.С.	340	Тепеева А.Н.	92
Романов М.А.	354	Тимошенко С.М.	171
Ромзайкина О.Н.	317	Тихонова М.В.	94
Рубан М.Д.	360	Толмачева Е.О.	365
Рыбин Г.В.	321	Торопкина М.А.	193
Рыжов А.В.	216	Трофимова А.Н.	96
Рюмин А.Г.	6, 193	Тунискова С.Э.	97
Савиных М.А.	30	Ульяничева А.А.	99
Сазонова И.Н.	368	Уразгильдиева К.Р.	22, 65, 288
Сайранова П.Ш.	75	Ускова Н.В.	139
Саламова А.С.	32, 266, 271	Фасевич И.Н.	365
Сафарова А.М.	320	Фастовец И.А.	125, 172
Сафонова И.В.	136		

Федонюк В.В.	364
Филатова А.И.	100
Фомина Е.В.	102
Фомичев Д.Д.	196

Хакунова Е.М.	174
Халитов Р.М.	344
Хачатрян В.С.	274
Хмелева Н.В.	103
Хохлова А.И.	275

Чаплыгин В.А.	141, 165
Червонная А.А.	345
Чернышёва А.Н.	105
Чернышева Е.В.	297
Чернявская И.В.	351
Чижикова А.И.	142
Чикаева И.В.	329
Чуйкова Е.Г.	277
Чурсанов Л.А.	354
Чурсинова К.В.	33, 107

Шамаев Д.Е.	278
Шамарина Е.С.	108
Шевчук Е.А.	347
Шерстнёв А.К.	62
Шестова Е.В.	216
Шишков Д.Г.	176

Юркова Ю.Э.	280
------------------	-----

Якконен К.Л.	132, 144, 298
-------------------	---------------

Научное издание

Материалы Международной научной конференции

XX Докучаевские молодежные чтения

ПОЧВА И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ГОСУДАРСТВА

Печатается без издательского редактирования

Компьютерная верстка – А.Г. Рюмин

Дизайн и подготовка обложки – Е.Ю. Сухачева, А.Г. Рюмин

Подписано в печать с оригинал-макета заказчика 20.02.2017 г.

Формат бумаги 60х84/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 20,37. Тираж 223 экз. Заказ № ____

Типография Издательства СПбГУ
199034, Санкт-Петербург, Менделеевская лин., д. 5