

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

# МАТЕРИАЛЫ

*Международной научной конференции  
XIX Докучаевские молодежные чтения*

посвященной 170-летию со дня рождения В.В. Докучаева

**«ПОЧВА – ЗЕРКАЛО ЛАНДШАФТА»**

1–4 марта 2016 года  
Санкт-Петербург

Санкт-Петербург  
2016

УДК 631.4  
ББК 40.3  
М34

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

Рецензенты: д.с.-х.н. Б.В. Бабиков

**Материалы Международной научной конференции XIX Докучаевские молодежные чтения «Почва – зеркало ландшафта»** / Под ред. Б.Ф. Апарина. – СПб.: Издательский дом С.-Петербургского государственного университета, 2016. – 400 стр.

В материалах конференции представлены результаты исследований школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых и кандидатов наук.

Тема Международной научной конференции XIX Докучаевских молодежных чтений «Почва – зеркало ландшафта» посвящена обсуждению одной из фундаментальных функций почв – носителя информации о факторах почвообразования: климате, рельефе, горных породах, растительности, микроорганизмах, а также антропогенной деятельности, которая становится одним из ведущих факторов изменения почв и почвенного покрова. Конференция приурочена к юбилейной дате – 170-летию со дня рождения В.В. Докучаева – основателя науки о почве.

В сборнике рассматриваются различные формы деградации почв и методы их восстановления, возможности сохранения и повышения естественного почвенного плодородия в современных экономических условиях, приведены материалы по изучению генезиса и эволюции почв, изменению почвенного покрова в пространстве и времени, рассмотрены вопросы классификации почв.

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

ББК 40.3

Материалы выпущены при поддержке  
Фонда сохранения и развития научного наследия В.В. Докучаева и  
ФГБНУ «Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева»

© Авторы, 2016

© ФГБНУ ЦПМ им. В.В. Докучаева, 2016

© Институт наук о Земле СПбГУ, 2016

# ОРГКОМИТЕТ

## Международной научной конференции XIX Докучаевские молодежные чтения

### **Председатель:**

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

### **Ответственный секретарь:**

*Макимова Е.Ю.*, магистр почвоведения, ведущий специалист ООО «Эко-Экспресс-Сервис»

### **Члены оргкомитета:**

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

*Рюмин А.Г.*, старший преподаватель кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ

*Мингареева Е.В.*, старший научный сотрудник ФГБНУ ЦМП им. В.В. Докучаева

*Черныш К.Е.*, аспирант кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ, младший научный сотрудник ФГБНУ ЦМП им. В.В. Докучаева

*Лазарева М.А.*, научный сотрудник ФГБНУ ЦМП им. В.В. Докучаева

*Булышева А.М.*, магистрант кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ

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

### **Куратор:**

*Сухачева Е.Ю.*, к.б.н., зам. директора ФГБНУ ЦМП им. В.В. Докучаева, доцент 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 Н.Е.*, к.б.н., доцент 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

*Талашкина В.Д.*, инженер 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.*, ст. научный сотрудник ФГБНУ ЦМП им. В.В. Докучаева

# **Пленарные доклады**

СВЕТ ЗВЕЗДЫ В.В. ДОКУЧАЕВА –  
К 170 ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ

И.В. Иванов

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения  
РАН, г. Пушкино Московской области, ivanov-v-28@mail.ru

Прошло 170 лет со дня рождения В.В. Докучаева и более 110 лет его нет на Земле. Время достаточное для оценки масштаба личности и её дел. Метафора, приведенная в названии доклада, полностью оправдана.

Докучаев сформулировал новое представление о почве как природном теле и объекте изучения, черноземе как главном богатстве страны, учение об АВС профиле почв. Он безошибочно определил направления практического приложения новых знаний (оценка земель и рациональное природопользование) и направления теоретического научного поиска (изучение взаимосвязей между природными явлениями, законов почвообразования, почвенной и природной зональности). Важной заслугой Докучаева стало создание крупной научной школы. Н.М. Сибирцев, П.А. Земятченский, В.И. Вернадский, Ф.Ю. Левинсон-Лессинг, Г.И. Танфильев, К.Д. Глинка, П.В. Отоцкий, Г.Н. Высоцкий, А.А. Измаильский, А.Н. Краснов, С.А. Захаров, П.С. Коссович, В.Р. Вильямс, Н.А. Димо, А.А. Ярилов, Л.И. Прасолов, Б.Б. Полынов, С.С. Неуструев развивали учение Докучаева и не устали славить своего учителя. Докучаеву были чужды природопокорительные тенденции, он был сторонником гармонических отношений природы и общества. Большие усилия он затратил на пропаганду знаний о почве. Идеи Докучаева оказали влияние на многие естественные науки и на формирование учения о биосфере. Концепция Докучаева оказалась способной к развитию без изменения её основ.

1904–1940-е годы – время распространения идей Докучаева в мире, их адаптации к разным природным и общественным условиям. Огромная роль в этом принадлежала К.Д. Глинке, Э. Раману, К.Ф. Марбуту, Д. Иоффе, К.К. Никифорову, Прескоту, Келлогу и другим. В учебниках К.Д. Глинка и С.А. Захарова структура почвоведения получила свое классическое выражение. В трудах В.И. Вернадского и Б.Б. Полынова содержались основные геохимические идеи о роли почв в биосфере, К.К. Гедройца и А.Ф. Лебедева – идеи и методы изучения почвенных процессов. Системные представления в почвоведении углублены Г. Иенни, идеи микроморфологии микрopedологии разработаны В. Кубиеной. В этот период почвоведение дифференцировалось на частные

разделы. В 1946 году в СССР всенародно было отмечено 100-летие со дня рождения Докучаева. Издано полное собрание его сочинений (9 томов), была учреждены докучаевские награды АН. Имя ученого узнали все граждане страны, книги о нем вышли миллионными тиражами. В 1947 году принято знаменитое постановление партии и правительства о преобразовании природы, основанное на идеях В.В. Докучаева. Итогом международного признания Докучаева стало учреждение в 2002 г. ISSS международной награды – медали и премии имени В.В. Докучаева за выдающиеся работы в области теоретического почвоведения (наряду с медалью имени Ю. Либиха по агрохимии).

После завершения второй мировой войны на первый план выходят экологические проблемы. Развитие почвоведения происходит в рамках докучаевской парадигмы. Его перспективные направления – изучение почвенных процессов с применением новых технических средств, раскрытие природы гумуса, глинистых минералов, органоминеральных соединений, использованием новых теоретических представлений и моделей. Одним из главных заветов В.В. Докучаева почвоведом остается изучение роли времени в почвообразовании согласование знаний о развитии почв, полученных палеопочвоведением и при изучении эволюции почв в голоцене.

«PLANTVITAL® 5000»

TECHNOLOGY AND DEVICES FOR VEGETATION MONITORING  
AND THEIR RELATION TO SOIL SCIENCES

E.O. Klose<sup>1</sup>, T.A. Karasyova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>MITI e.V.\*, Germany, Strausberg, edgar.klose@miti-ev.de

<sup>2</sup>MITI e.V.\*, Germany, Strausberg, tatyana.karasyova@miti-ev.de

Summary: Technology and devices are presented to assess the «Vitality of Plants influences by soil parameters» using quantitative objective indicators.

Modern instrumentation to obtain information on the current state of plants should meet the following conditions: it should be applicable to all plants on earth in different ecosystems, including terrestrial and aqueous environments, under similar conditions. It should be applicable to plants as objects of investigation (plants for nutrition, plants for feeding, plants for new materials, plants for renewable energy, plants for landscaping, plants for sustainable ecosystems) and plants as subjects of investigation (plants as indica-

tors to assess the pollution of the environment: water, soil, and air). It should be able to investigate the state of a given plant without any interruption to its development. To meet this demand, the method should be able to analyze the plant using a small part of the phyllosphere if one is interested in the processes occurring in the rhizosphere (e.g. in investigations concerning mycorrhiza processes). The method should be able to analyse leaves (herbs, deciduous trees), needles (from conifers) as well as algae, seaweed. The data collection process should be able to give quantified values with an objective assessment, which can be used to investigate the vegetative development of the plant, as well as the dependence on natural or anthropogenic impacts on generative development. The data obtained from the measurement process should be suitable to characterise the species under investigation in a simple and clear way without application of any complicated mathematical, physical or biochemical procedure. The method should be able to simulate the environmental conditions for the plant during the measuring process (e. g. selected temperature). The optimal measurement system should provide the operator with the convenience to select different parameters and conditions when running experimental procedures. The measurement system should be computerised to control the measurement process, as well as to automatically interpret the provided data, but the option should be available so that a skilled operator can interfere the measurement process or the process of interpreting automatically the results of measurement. In addition to displaying the measurement process on the monitor for the operator to follow, the system should also be easy to handle. The target preparation should not be time-consuming or material-consuming, and no other scientific instrumentation for target preparation should be required. The entire measurement process should run automatically, giving the operator the opportunity to be engaged in other tasks during the process.

Discussing several applications of this device including soil sciences it will be demonstrated that these demands are met by different versions of the system PlantVital®5000.

\* MITI e.V. – Maerkish Institute for Promotion of Technology and Innovation  
[www.miti-ev.de](http://www.miti-ev.de)



Н.Г. Стенина

Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин), stenina@yandex.ru

Почва – среда, в которой рождается жизнь. Согласно учению великих русских почвоведов В.В. Докучаева [3], В. И Вернадского [1], их многих последователей причину этого уникального свойства почвы следует искать в природе неразрывного единства ее минеральной и живой (биоорганической) составляющих. К.К. Гедройцем [2] дано определение почвенно-поглощающего комплекса (ППК) как единой органо-минеральной частицы, обладающей ионно- (катионно) обменной способностью. Вода в составе такого ППК, учитывая особый вклад К.К. Гедройца в развитие коллоидной химии почв, автоматически предполагается. Механизм структурно-химического связывания воды в минеральном веществе имеет, поэтому, особое значение. Решение этого вопроса было найдено в виде аква-комплекса  $[2\text{TO}_3\text{--OH}_2\text{--M}^{n+}2\text{M}^{m+}\text{O}'_4]$  (где Т – 4-х валентные катионы, Si, в первую очередь, и др.,  $\text{M}^{n+}$  – одно- и двух-валентные катионы: Na, K,  $\text{Fe}^{2+}$  и др.,  $\text{M}^{m+}$  – многовалентные катионы:  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  и др.,  $\text{O}'$  – летучие: O, Cl, S и др.), который, в силу особых свойств, является неформальным аналогом ДНК для минерального вещества [4].

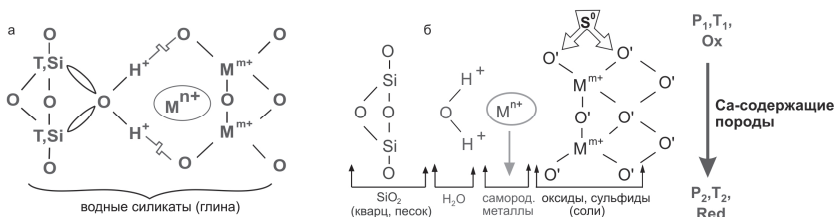


Рисунок. Аква-комплекс (а) и его дезинтеграция на 3 части (б) в результате P, T, O<sub>x</sub>/Red и Ca колебаний в минеральной системе

Концепция аква-комплекса раскрывает природу взаимосвязи минеральной и биоорганической составляющих в рамках единой Земной материи, что имеет особое значение для понимания феномена почвы. Родство между аква-комплексом и ДНК заключается в том, что оба

имеют Ox–Red структуру, в которой кислые и основные радикалы связаны в единое целое через водородные связи. Почва является как раз той средой, где две ветви эволюции (минеральная и биоорганическая) неразрывно связаны, тем самым создавая необходимые условия для зарождения жизни. Ее обеспечение происходит за счет энергетического и информационного потенциала, являющегося фундаментальным свойством Redox'a, что доказывается в рамках решения конкретных задач [4].

Как показывает практика, концепция аква-комплекса раскрывает роль и взаимосвязь минеральных (песок, глина, известняк) и биоорганических факторов в процессах почвообразования. Это позволяет целенаправленно контролировать данные факторы при решении практических задач мелиорации и рекультивации почв. В результате этой работы, во-первых, получены новые доказательства концепции аква-комплекса. Во-вторых, показаны конкретные возможности новой теории для восстановления плодородия почв и возвращения в сельхозоборот зараженных почв.

#### Литература

1. Вернадский В.И. Биосфера. Л.: Научное химико-техническое изд. 1926. 140 с.
2. Гедройц К.К. Учение о поглотительной способности почв. 4-ое изд. М.: Сельхозгиз, 1932. 207 с.
3. Докучаев В.В. Русский чернозем. М.: Сельхозгиз, 1936. 560 с.
4. Stenina N.G. Evolution of the Mineral Matter of the Earth: Theory and Implications. Energy paradigm of geological processes. [Scientific electron book: [www.steninageo.com](http://www.steninageo.com)] Novosibirsk: Academic Publishing House «GEO», 2013. 414 p.

## Секция I

*Генезис, эволюция и  
классификация почв*

# THE MONITORING OF LAND SUBSIDENCE AND SOIL CRACK USING GEODESY AND MAPPING IN CENTRAL IRAN

P. Amin<sup>1</sup> and M. Akhavan Ghalibaf<sup>2</sup>

1. MSc Student and 2. Assistant professor in Soil Science Department of Natural Resources Faculty in Yazd University, Iran  
peymanamin50@yahoo.com, makhavan\_ghalibaf@hotmail.com

Land subsidence and crack has reported from all of the world also from the clayey planes of Iran [1–4]. In the north east of Yazd in Central Iran on the one of the high intensive zones of land cracks this research was done. Within one hectare of the studied area 120 pins for topography measurement were marked (fig. 1). Seven times in a year the height and surface movement of the pines were measured with mapping camera of Total Station- Nivo (NPL 322+) (fig. 2).

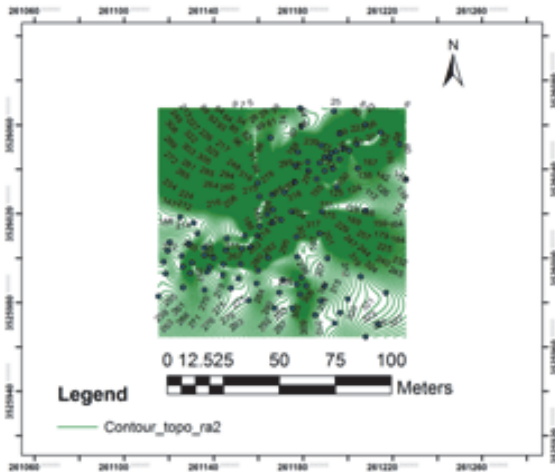


Fig. 1. The contour lines in the surveyed area at first time of inventory.

Based on this research was concluded that the land in this area has movement in two horizontal and vertical dimensions. Comparing between marked points (22 and 47) was shown that vertical movements between pins have a sinus rhythm with  $\pi$  radian interval (fig. 3).

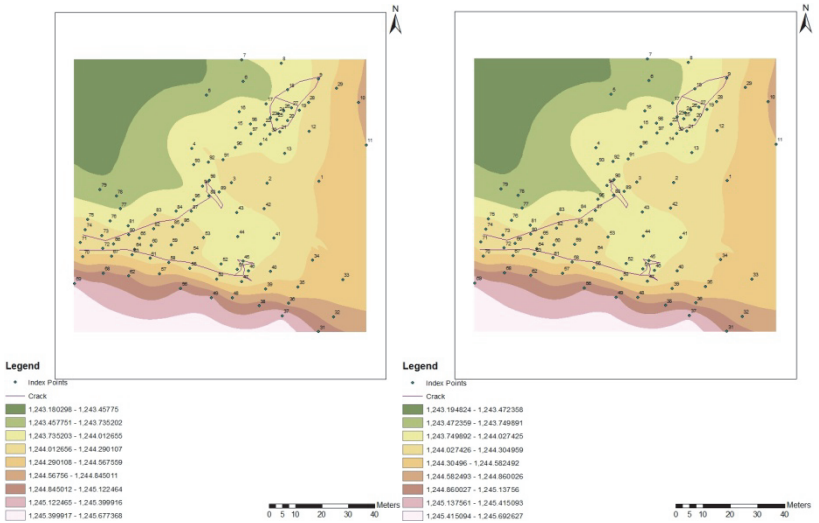


Fig. 2. The topography of studied area at first (left) and at 7<sup>th</sup> times of inventory (right).

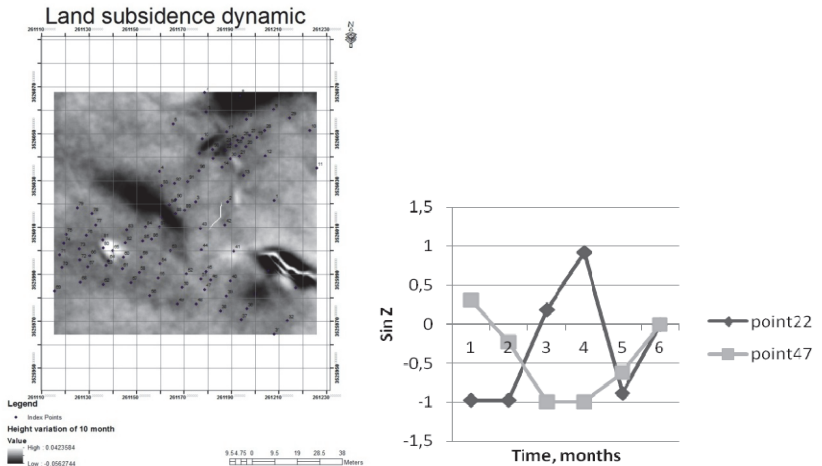


Fig. 3. The difference between first and 7<sup>th</sup> topography maps (fig. 2) as index of land subsidence (left) and height dynamic of two points 22 and 47 duration 7 times inventory (right)

## References

1. Pacheco J., J. Arzate, E. Rojas, M. Arroyo, V. Yutsis, and G. Ochoa, 2006. Delimitation of ground failure zones due to land subsidence using gravity data and finite element modeling in the Querétaro valley, México, *Engineering Geology*, Vol. 84, 143–160 pp.
2. Phien-wej, N., P.H. Giao, P. Nutalaya, 1998. Field experiment of artificial recharge through a well with reference to land subsidence control. *Engineering Geology*, vol. 50, 187–201 pp.
3. Phien-wej, N., P.H. Giao, and P. Nutalaya, 2006. Land subsidence in Bangkok, Thailand, *Engineering Geology* 82 187– 201.
4. Romero-Navarro, M., Pacheco-Martinez, J., Ortiz-Lozano, J., Zermeno-De-Leon, M., Araiza-Garaygordobil, G., y Mendoza-Otero, E. 2010. Land subsidence in Aguascalientes Valley, Mexico. Historical Review and present situation. IAHS Publication 339. Proceedings of Eight International Symposiums on Land Subsidence, IAHS Press, U.K., 207–209.

УДК 631.44

### РАЗНООБРАЗИЕ И ДИАГНОСТИКА ПОЧВ ЯМАЛА

И.И. Алексеев

Санкт-Петербургский государственный университет,  
alekseevivan95@gmail.com

Почвы играют важнейшую роль в функционировании и развитии полярных биомов Земли. Изучение почвенного покрова Арктики представляет собой важную задачу в силу недостаточной изученности таксономического, функционального разнообразия почв этого региона, его роли в функционировании экосистем и степени его изменения под действием антропогенного фактора. Изучение таксономического и функционального разнообразия почв позволяет делать выводы о почвообразующем потенциале окружающей природной среды Ямальского региона.

Ямальский регион – стратегически важный район для развития России. В настоящее время здесь активно разрабатываются месторождения полезных ископаемых и развивается инфраструктура (порты, трубопроводы и пр.).

Исследование проводилось в Ямало-Ненецком автономном округе и включало в себя изучение почвенного покрова нескольких участков, расположенных в предгорьях Полярного Урала, на Полярном Урале (г. Черная), в окрестностях реки Халяталбей (приток р. Щучья) и окрестностях города Салехард.

Диагностика почв проводилась согласно «Классификации и диагностике почв России».

Район исследования находится в зоне сплошного распространения многолетней мерзлоты. Мощность деятельного слоя варьирует здесь от 30 см (на породах тяжелого гранулометрического состава до 1,5 м (на породах легкого гранулометрического состава). Глубина залегания многолетней мерзлоты устанавливалась с помощью прибора LandMapper (на основе изучения электрофизических свойств почвенно-мерзлотной толщи).

Почвообразующие породы представлены глинистыми и суглинистыми отложениями морского генезиса на равнинных участках, коллювием плотных магматических пород – в предгорьях Полярного Урала и на Полярном Урале, аллювием (часто завалуненным) – в речных поймах.

Разнообразие почв района в большой степени обусловлено влиянием многолетней мерзлоты на процессы почвообразования. Благодаря воздействию многолетней мерзлоты в профилях почв часто развиваются процессы надмерзлотного оглеения и криогенного массообмена. Разнообразие изученных почв характеризуется 4 стволами, 12 отделами, 12 типами, 13 подтипами почв согласно «Классификации и диагностике почв России». Для равнинных участков района исследований характерна частая смена автоморфных условий рельефа условиями регулярного переувлажнения и преобладание среди почвенных типов глееземов и их подтипов, торфяных олиготрофных почв. Почвенный покров Полярного Урала и его предгорий отличаются большой специфичностью, связанной с воздействием на процессы почвообразования как многолетней мерзлоты, так и свойств почвообразующих пород (коллювий плотных магматические породы).

Исследование было поддержано грантом Президента РФ для молодых докторов наук № МД-3615.2015.4 и правительством Ямало-Ненецкого автономного округа.

Работа рекомендована д.б.н., проф. кафедры Прикладной экологии СПбГУ Е.В. Абакумовым.

ОСОБЕННОСТИ БРЯНСКОЙ ПАЛЕОПОЧВЫ (MIS3)  
ВОДОРАЗДЕЛЬНОЙ ПОЗИЦИИ ЯМСКОЙ СТЕПИ

С.М. Багрова, М.А. Коркка

Санкт-Петербургский государственный университет,  
svetlana.m.bagrova@gmail.com, maria.a.korkka@gmail.com

В 2015 г., в рамках почвенно-географических исследований в ФГБУ ГЗ «Белогорье», было продолжено изучение палеопочв позднего плейстоцена на водораздельной территории участка «Ямская степь» (II квартал). Здесь, в 2006 г. был заложен разрез целинного миграционно-мицелярного чернозема на карбонатных лессовидных суглинках, который в течение 13 лет служил демонстрационным объектом эталонного чернозема для студентов. Ежегодно разрез углублялся и расширялся, в результате чего были вскрыты следы доголоценового почвообразования. В июле 2014 г. разрез был углублен (до 490 см и проведено бурение до 590 см) с целью диагностики и изучения серии средне-, позднплейстоценовых и голоценовых погребенных почв. В ходе проделанной работы в пределах водораздельной поверхности Ямской степи была выделена серия палеопочв. В июле 2015 г. произведена зачистка, расширение и углубление разреза до третичных отложений (олигоценых песков), 650 см. В результате зачистки было вскрыто 7 педокомплексов со сложной морфологической организацией.

В нашей работе объектом исследования являются почвы Брянского интервала. Палеопочвы характеризуются своеобразной куполообразной клиновидной структурой, сформированной под действием сильного криогенного педометаморфизма владимирского криогенного этапа, являющегося заключительным этапом почвообразования брянского интервала (MIS3, 22000–25000 л.н.). Морозобойное растрескивание нарушило целостность почвенного профиля палеопочв, способствовало перемешиванию исходных палеогоризонтов и, как следствие, образованию характерной клиновидной структуры. В 2014 г. в поле был диагностирован один ритм почвообразования брянской почвы: с глубины 143 (147) см белесый карбонатный лессовидный горизонт (C<sub>ca</sub> чернозема) разбивают крупные куполообразные клиновидные структуры, заполненные серовато-оливковым материалом. Ширина клиньев в основании 50–60 см, в самом широком месте до 80 см. В глубину «купола» пробивают карбонатный горизонт до 100 см, переходя в «хвосты» – крупные трещины, проникающие в нижележащие слои до 500 см.



В 2015 г. нами диагностировано и описано два ритма почвообразования. Первый (верхний, поздний) ритм представлен горизонтами [Amc]-[ABmc]-[BCAmc] (123(125)–205(210) см, второй (нижний, ранний) ритм – системой горизонтов [Amc]-[ABmc]-[BCAmc] (205(210)–245(250) см. Морфологическое описание проводилось как по вертикальной стенке разреза, так и по горизонтальным площадкам, заложенным на разной глубине, что помогло выявить пространственную геометрию клиньев в двух плоскостях. Оба ритма имеют характерную клиновидную структуру, которая в горизонтальном срезе имеет вид многоугольников (4–6 и более граней). Однако, клинья второго ритма более мелкие с относительно узким межклиновым пространством.

На данный момент проводится более глубокое изучение ритмичности Брянских палеопочв. Нами планируется провести мезо-, и микроморфологическое изучение, а так же сделать ряд химических анализов. Отметим, что для территории южных отрогов Среднерусской возвышенности подобные исследования проводятся впервые.

Исследование проведено при финансовой поддержке РФФИ (проект 14-04-00894а).

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

УДК 631.4

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВАЛОВОГО СОДЕРЖАНИЯ КРЕМНИЯ,  
АЛЮМИНИЯ И ЖЕЛЕЗА В ПОЧВАХ ГОРНО-ЛЕСНОГО ПОЯСА  
НА ГОРЕ СЕВЕРНЫЙ БАСЕГ

В.Д. Бакалдина

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

Элементный состав в химии почв и в почвоведении – важнейший показатель химического состояния почв. Эти сведения служат фактической основой для решения вопросов генезиса почв, долгосрочных прогнозов продуктивности ландшафтов, а так же для оценки состояния ландшафтов.

Цель исследований – изучить распределение валового содержания кремния, алюминия и железа в горных почвах горно-лесного пояса на горе Северный Басег. Исследования проводили на Западном макросклоне Среднего Урала в Пермском крае на территории ГПЗ «Басеги». Территория заповедника, сложена метаморфическими породами, главным образом, хлоритовыми, хлорито-серицитовыми и слюдистыми

сланцами, кварцитами и некоторыми другими породами. Климат холодный и влажный с появлением континентальности. Горная полоса Урала, к которой относится территория заповедника, относится к области низкогорья Среднего Урала. Объект исследования: бурые лесные почвы на высоте 315–430 метров над уровнем моря (н.у.м.) в горно-лесных геосистемах. Почвенные разрезы заложены на склоне северной экспозиции (разрезы 9, 10, 37) от русла реки Усьва (северный склон горы Северный Басег) и на склоне северо-восточной экспозиции (разрезы 36, 37, 43) от русла реки Малый Басег (западный склон горы Северный Басег). Реки окаймляют нижние части склонов горы Северный Басег. Растительные ассоциации в горно-лесном поясе могут различаться в зависимости от высоты и литологии. Так, разрезы 9, 10, 43 заложены под ельником кислично-мелкопапоротниковым; разрез 37 – под березово-еловым таволговым приручьевым лесом; разрез 26 – под березняком таволго-разнотравным (приручьевым); разрез 36 – на луговине среди березово-елового таволгового приручьевого леса.

Содержание  $\text{SiO}_2$  в почвах под ельником более высокое и варьирует в пределах 66.85–87.45 %. В почвах, формирующихся в растительных ассоциациях с примесью березы с травами, содержание  $\text{SiO}_2$  мало изменяется и составляет 60.42–61.90 %. На склоне от реки Усьва распределение  $\text{SiO}_2$  изменяется от аккумулятивно-элювиально-иллювиального (р. 26, 315 м) до прогрессивно-аккумулятивного на высоте 400 м н.у.м. и недифференцированного на высоте 430 м н.у.м. На правом берегу реки Малый Басег отмечаются регрессивно-элювиальный (на высоте 347 м н.у.м.) и элювиально-иллювиальный типы распределения (353 м н.у.м.) в буроземе темногумусовом элювиированном и буроземе элювиированном соответственно. На левом, более крутом берегу реки Малый Басег, под ельником в буроземе ожелезненном выделен регрессивно-аккумулятивный тип профиля по содержанию кремния.

На склоне северной экспозиции в буроземах элювиированных распределение по алюминию является как прогрессивно-аккумулятивным, так и прогрессивно-элювиальным, а по железу – аккумулятивно-элювиально-иллювиальным. В самой нижней точке склона горы Северный Басег (315 м) отмечается дифференцированное распределение по профилю как алюминия, так и железа в буроземе глинисто-иллювиированном.

На западном склоне горы Северный Басег в буроземе темногумусовом элювиированном (347 м) распределение алюминия и железа является дифференцированным: элювиально-иллювиальное и аккумулятивно-элювиально-иллювиальное соответственно. На правом берегу

р. Большая Мойва на высоте 353 м н.у.м. также сохраняется аккумулятивно-элювиально-иллювиальное распределение алюминия и железа в почвах, а на левом берегу на этой же высоте отмечается прогрессивно-элювиальное распределение для элементов.

Таким образом, в горно-лесных геосистемах западной и северной экспозиции на горе Северный Басег создаются различные условия формирования почв, что и отражается в содержании и распределении по профилю буроземов основных литофильных элементов.

Работа рекомендована к.с.-х.н. доцентом Самофаловой И.А.

УДК 631.48, 631.412

## ВЛИЯНИЕ ПИРОГЕНЕЗА НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОЧВ СЕВЕРО-ТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЭВЕНКИИ (НИЖНЕЕ ТЕЧЕНИЕ РЕКИ КОЧЕЧУМ)

М.П. Банщиков

ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», Красноярск,  
bmp.bans@gmail.com

В пределах северо-таежной подзоны почвообразование лимитируется двумя основными факторами – особенностями материнских пород и многолетней мерзлотой, формированию и поддержанию которой способствует суровый резко-континентальный климат. Важным фактором, вносящим свои корректировки в почвообразование, является пирогенное воздействие, поскольку листовенничникам криолитозоны Центральной Эвенкии свойственна высокая горимость.

В данной работе представлено изучение пирогенного воздействия на почвенный покров исследуемой территории. На исследованных площадях установлено формирование различных подтипов подбуров: грубогумусированных (левобережье ручья), грубогумусированных глееватых и подбуров глееватых (правобережье ручья, гарь 2013 г). Почвы формируются на поверхности трансэлювиальных геохимических фаций склонов северной экспозиции долины ручья Кулиндакан (левый приток реки Кочечум).

Профиль подбуров грубогумусированных характеризуется залеганием многолетнемерзлых пород на уровне 38–47 см. Подбуры грубогумусированные характеризуются легким гранулометрическим составом, изменяющимся вниз по почвенному профилю от рыхлопесчаного до супесчаного и практически полным отсутствием в составе илистой фракции. Подстилочный горизонт подбуров грубогумусированных

характеризуется очень высокой гумусированностью – 38 %. Кислотность снижается от кислой до нейтральной вниз по почвенному профилю (от 4.91 в подстилке до 6.72 в горизонте почвообразующих пород). Почвы характеризуются высоким содержанием подвижных окислов железа, количество которых увеличивается вниз по почвенному профилю от 643.5 до 1373 мг/100 г почвы. Подбуры грубогумусированные ненасыщенны обменными основаниями.

В подбурах глееватых уровень залегания многолетнемерзлых пород установлен на глубине 63–85 см. В подбурах глееватых после пирогенного воздействия отсутствует подстилочный горизонт. Гранулометрический состав изменяется от связнопесчаного до супесчаного вниз по профилю. В составе физического песка преобладают мелкопесчаная и крупнопылеватая фракции. Подбуры глееватые послепожарных территорий характеризуются меньшей гумусированностью (содержание не превышает 2 %) за счет минерализации органического вещества. Кислотность близка к нейтральной и в среднем по профилю составляет 6.5. Степень насыщенности обменными основаниями также невелика (от 27 до 37 мг-экв/100 г почвы). Содержание подвижных окислов железа высокое и изменяется по профилю от 922.5 до 1265 мг/100 г почвы.

Установлено, что в почвах послепожарных территорий отмечается увеличение глубины залегания сезонно-талого слоя на 20–35 см по сравнению с почвами контрольного участка. Почвы, испытавшие пирогенное воздействие, характеризуются меньшим содержанием общего органического углерода. Минерализация органического вещества обуславливает снижение кислотности в подбурах глееватых и, соответственно, способствует уменьшению количества подвижных форм окислов железа по сравнению с подбурами грубогумусированными. Таким образом, увеличение глубины сезонно-талого слоя в почвах северо-таежной подзоны в результате пирогенеза обуславливает изменение интенсивности поверхностного и бокового стока, что в свою очередь способствует изменению радиальной структуры почвенного профиля и преобладанию нисходящих миграционных потоков.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 16-04-00796.

Работа рекомендована к.г.н., доцентом кафедры экологии и природопользования И.В. Борисовой.

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ ЭЛЕМЕНТОВ  
КАТЕНЫ «БУХТА БЕЗЫМЯННАЯ»

А.В. Брикманс

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток,  
anastasyach7@mail.ru

Почвенный покров побережий Японского моря, до сих пор остаётся мало изученным (Дербенцева, Майорова, Пешеходько, Дудкин и др., 2014). На формирование почв этой зоны важное влияние оказывает климат, отличающийся повышенной влажностью, большим годовым количеством осадков (С.А. Шляхов и Н.М. Костенков, 2000). В связи с этим встала необходимость в дополнительном изучении особенностей почвообразования на морских побережьях юга Приморского края по элементам репрезентативных природных почвенных катен.

Цель работы – изучить морфологические свойства почв территории бухты «Безымянная».

Объект исследования – почвы бухты «Безымянная» побережья Амурского залива.

Обсуждение результатов – изученная почвенная катена включает 3 элемента.

*Первый элемент катены* – почвы: буроземы типичные крайне мелкие. Морфологический профиль представлен генетическими горизонтами:  $A_0$  (0–4 см) – полуразложившаяся лесная подстилка. АУ (4–10 см) – темногумусовый горизонт, однородно окрашенный, коричневаточерный, свежий, хорошо оструктуренный, зернисто-мелкоземистый, рыхлый, суглинистый, обильно пронизан мелкими и средними корнями диаметром от 1 до 2 мм, переход слабозаметный. ВМ (10–30 см) – структурно-метаморфический горизонт, однородно окрашенный, бурочерный, свежий, ореховато-комковатой структуры, плотный, легкосуглинистый, часто крупный щебень и камни диаметром от 3 до 9 см, редко корни диаметром от 0.2 мм до 5 см, переход в нижележащий горизонт постепенный. С (30–61 см) – почвообразующая порода в виде гравийного материала рыже-бурого цвета, свежая, много корней. *Второй элемент катены* – почвы: маритимные луговые типичные глубокогумусированные. Морфологический профиль состоит из горизонтов: АТ (0–5 см) – коричневаточерный, оторфованный, сырой, плотный, в разрезе ощущается запах сероводорода, обильно полуразложившиеся растительные остатки, опесчаненный. Переход в нижележащий горизонт постепенный. А1 (5–20 см) – коричневатосерый с контрастными рыжими

пятнами по ходам корней растений, сырой, в разрезе резкий запах сероводорода, бесструктурный, сыпучий, песчаный с илистыми прослойками, граница размыта, переход в нижележащий горизонт постепенный. Сg (20–42 см) – заиленный песок, желто-коричневый, по ходам корней рыжие пятна, плотный, бесструктурный, мокрый, со стенки сочится вода, в выработке резкий запах сероводорода, граница расплывчатая, переход постепенный. CG (42–80 см) – серо-сизый, мокрый, плотный, бесструктурный, заиленный песок, со стенок выработки сочится вода, ощущается резкий запах сероводорода, граница расплывчатая, переход постепенный. *Третий элемент катены* – почвы: маршевые типичные примитивные. Морфологический профиль представлен следующими генетическими горизонтами: I (0–12 см) – неоднородно-окрашен, основной фон светло-рыжий с черными полосами, сухой, бесструктурный, сыпучий, песчаный, плотный, граница неровная, переход слабозаметный. II (12–40 см) – неоднородно-окрашен, основной фон ярко-рыжий с темными – черными слоями, влажный, бесструктурный, сыпучий, песчаный, встречаются останки ракушек и водорослей. Граница расплывчатая, переход слабозаметный. III (40–65 см) – неоднородно окрашен, основной фон сизовато-темно-серый, влажный, бесструктурный, сыпучий, песчаный.

Изученные морфологические свойства почв катены, согласно данным А.Ф. Костенковой, 1973; С.А. Шляхова и Н.М. Костенкова, 2000, дают основания считать полученную информацию репрезентативной для морского побережья юга Приморского края.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. А.М. Дербенцевой.

УДК 631.481

## ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

А.А. Вороничев

Алтайский государственный университет, andrei\_voronichev@mail.ru

Исследования по изучению влияния природных условий почвообразования на показатели плодородия почв были проведены в следующих природно-почвенных зонах: каштановых почв сухой степи; черноземов засушливой и умеренно-засушливой степи юго-запада Алтайского края. Исследуемая нами территория, несмотря на относительно небольшую площадь, позволяет проследить зональность в распро-

странении почв с запада на восток, которая определяется особенностями проявления факторов почвообразования.

Рельеф рассматриваемой территории относится к равнинному, однако, он имеет довольно значительные различия. Зона каштановых почв сухой степи расположена в пределах Кулундинской озерно-аллювиальной равнины с абсолютными высотами 80–160 метров со слаборасчлененным рельефом. Зона засушливой и умеренно-засушливой степи занимает юго-западную часть Предалтайской равнины. Абсолютные отметки высот здесь увеличиваются до 300–400 м., возрастает расчлененность рельефа. В соответствии с распределением основных климатических показателей на анализируемой нами территории выделяют 3 агроклиматических района с соответствующими почвами (табл.).

Таблица. Характеристика отдельных климатических показателей и свойств почв по агроклиматическим районам рассматриваемой территории.

Агроклиматический район	Осадки, мм	ГТК (вег.п.)	Зональная почва	Н, см	Гумус, %
Более теплый, засушливый	194–280	<0.5	каштановая, темно-каштановая	30–45	1.5–4.5
Теплый, слабо-увлажненный	281–370	0.5–0.7	чернозем южный	35–50	4–6
Теплый, недостаточно увлажненный	371–510	0.7–1	чернозем обыкновенный	40–60	5–8

Примечание: Н – мощность гумусового горизонта.

Зональными типами почв более теплого, засушливого района являются каштановые и темно-каштановые. Мощность гумусового горизонта варьирует от 30 до 45 см, содержание гумуса находится в пределах от 1.5 % для каштановых почв, до 4.5 % для темно-каштановых.

Агроклиматический район теплый, слабоувлажненный по условиям теплообеспеченности несколько отличается от выше упомянутого. Происходит увеличение количества осадков как среднегодовое (до 370 мм), так и за вегетационный период (до 211 мм). Типичные почвы для этого района – черноземы южные. В сравнении с каштановыми почвами у черноземов южных мощность гумусового горизонта повышается до 35–50 см, содержание гумуса тоже возрастает до 4–6 %. Восточнее, в

теплом, недостаточно увлажненном агроклиматическом районе климатические показатели изменяются в сторону гумидизации. Зональными почвами для данного района являются черноземы обыкновенные. Эти почвы в сравнении с описанными выше обладают более мощным гумусовым горизонтом (40–60 см), содержание гумуса в них равно 5–8 %.

Таким образом, на выбранной нами территории наблюдается относительно быстрая смена почв, в том числе на уровне таких классификационных единиц как тип и подтип. Широтно-зональное распространение почв, характерное для большей части суббореального пояса, заменяется здесь на меридиональное. В соответствии с изменением климатических условий меняются и свойства почв – увеличивается содержание органического вещества и мощность гумусового горизонта.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доцентом каф. природопользования и геоэкологии АлтГУ Н.Б. Максимовой.

УДК 631.416

## ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ И ПОЧВОГРУНТОВ ДОЛИНЫ РЕКИ ЕРИК

А.Г. Гаджикеримова

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, [angelagadjikerimova@mail.ru](mailto:angelagadjikerimova@mail.ru)

Изучение эколого-геохимических особенностей почв имеет большое научное и прикладное значение: сведения о региональных тенденциях накопления или рассеивания элементов необходимы в качестве отправной точки при изучении процессов миграции. Исследования проводились на территории опытного участка ОПХ «Белгородское» ФГБНУ «Белгородский НИИСХ» на склоне долины реки Ерик крутизной 1–5°. Здесь представлены традиционная (зональная) и ландшафтная системы земледелия. В почвенном покрове преобладают черноземы выщелоченные и типичные, лугово-черноземные и темно-серые лесные почвы.

Для изучения эколого-геохимических особенностей почв и почвогрунтов было пробурено 12 скважин. Определение макро- и микроэлементов проводили рентгенофлюоресцентным методом на приборе «СПЕКТРОСКАН МАКС – GV». Перечень изученных элементов: оксиды – MnO, CaO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MgO, Na<sub>2</sub>O и металлы – Ba, Sr, Zn, Cu, Pb.

Расчеты коэффициентов концентрации (Кк) и рассеивания (Кр) в сравнении с кларками почвы и земной коры по А.П. Виноградову показали, что все изученные элементы можно разделить на 3 группы:



1. группа накопления: для почв  $Cu > MgO > Zn$ ; для пород таких элементов не обнаружено;

2. группа рассеивания: для почв  $Sr > MnO$ ; для пород:  $MnO > Na_2O > MgO$ ;

3. группа с разнонаправленными тенденциями: для почв:  $Pb, CaO, P_2O_5, Ba, Na_2O$ ; для пород –  $Pb, Cu, Zn, Sr, Ba, CaO, P_2O_5$ .

Установлено, что содержание  $Ba$  в почвах превышает ПДК в 1.1–1.4 раза, а содержание  $Sr$  превышено в 3.3 раза единично в скважине № 12 на глубине 80–100 см.

Для оценки уровня загрязнения пахотного слоя почв использовался суммарный показатель загрязнения ( $Z_c$ ):

$$Z_c = \sum [(C_i - C_{\phi})/C_{\phi}],$$

где  $C_i$  – реальное содержание загрязняющего вещества в почве,  $C_{\phi}$  – фоновое содержание. Выявлено, что пахотный слой почв в ландшафтной системе земледелия загрязнен больше, чем в традиционной системе земледелия (разность между средними 2.47; НСР = 2.10).

Для выявления приоритетных элементов, загрязняющих почву, были рассчитаны коэффициенты концентрации ( $K_c$ ), определяемые отношением реального содержания элемента в пахотном слое почвы к его фоновой региональной концентрации. Ряд накопления элементов имеет вид:  $Sr > Pb > Cu > Mn > Zn > Ca > P > Ba > Na > Mg$ . Заметно накопление таких тяжелых металлов, как  $Sr$  – превышает фон в 1.5–4.0 раз,  $Pb$  (в 1.4–2.8),  $Cu$  (в 1.5–2.2),  $Zn$  (в 1.2–3.2). Значения  $Z_c$  не превышают 16, что соответствует допустимой категории загрязнения почв (табл.).

Таблица. Суммарный показатель загрязнения пахотного слоя исследуемых почв и приоритетные загрязняющие вещества (ПЗВ).

Системы земледелия					
Традиционная			Ландшафтная		
Скважина	$Z_c$	ПЗВ	Скважина	$Z_c$	ПЗВ
1	3.3	–	7	8.8	$Sr, Pb$
2	3.0	–	8	8.6	$Sr, Pb$
3	5.2	$Sr, Cu$	9	5.0	$Cu$
4	5.3	$Pb, Cu$	10	9.1	$Sr, Pb, Cu, Zn,$
5	5.6	$Pb, Cu$	11	5.2	$Pb, Cu$
6	4.5	$Sr, Pb$	12	5.1	$Cu$

Работа рекомендована к.б.н., доц. Новых Л.Л.

## ВЛИЯНИЕ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ КИСЛОТНОСТИ, ЧИСЛЕННОСТИ СИЛИКАТНЫХ БАКТЕРИЙ И СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ КРЕМНИЯ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ

А.В. Козлов

Нижегородский государственный педагогический университет  
им. К. Минина, a\_v\_kozlov@mail.ru

Изучение роли кремния в физиологии культурных растений, а также в плодородии почвы и вопросах производства качественной и экологически безопасной растениеводческой продукции остается одним из актуальных и востребованных направлений в аграрной практике. Поскольку элемент Si и его соединения являются не только питательной составляющей сельскохозяйственных культур, но и конструктивным биогеохимическим веществом почвы, дефицит кремния может вызывать ряд негативных последствий в эволюции почвенного тела. Поэтому данные явления также определяют актуальность изучения поведения кремниевых веществ с точки зрения классического почвоведения и микробиологии.

Таблица. Влияние кремнийсодержащих пород на кислотность почвы, численность силикатных бактерий и содержание подвижных форм кремния.

Вариант	Кислотность		Численность силикатных бактерий, ×10 <sup>6</sup> КОЕ / 1 г почвы	Формы подвижного кремния, мг/кг	
	pH <sub>KCl</sub> , ед. pH	H <sub>T</sub> , мг-экв. / 100 г почвы		актуаль- ный	потенци- альный
Контроль	4.8	2.84	20.47	16	213
Диатомит	4.9	2.83	39.31	29	317
Цеолит	5.0	2.76	26.53	22	281
Бентонит	4.9	2.80	31.80	24	308
НСП <sub>05</sub>	0.1	0.13	10.62	7	44

В рамках полевой части наших исследований освоена серия микрополевых опытов, заложенных в 2014–2015 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве Борского района Нижегородской области. В данных экспериментах исследуется влияние различных доз высококремнистых пород пролонгированного действия – диатомита, цеолита и бентонитовой глины на биопродуктивность основных сельскохозяйственных культур, выращиваемых в регионе. Кроме того, здесь проводит-

ся выявление и изучение изменений, происходящих в ППК и ПБК, на основе химических, физико-химических и микробиологических показателей. В таблице показаны некоторые результаты опыта с озимой пшеницей и минимальной дозой (по 3 т/га) каждой из пород.

В опыте наблюдалось снижение обменной кислотности почвы ( $pH_{KCl}$ ) на вариантах со всеми кремнийсодержащими породами, наибольший эффект из которых отмечался при внесении в почву цеолита (повышение  $pH_{KCl}$  на 0.2 ед.). Показатель гидролитической кислотности снижался, но данное снижение имело вид тенденции.

Численность силикатных бактерий в почве повышалась при внесении всех видов кремниевых руд – от 30 % увеличения на варианте с цеолитом и 55 % увеличения – с бентонитом до почти 2-х кратного увеличения на варианте с диатомитом по отношению к контролю.

Содержание подвижных форм кремния в почве также повышалось при использовании кремнийсодержащих пород. Так, наибольший эффект был отмечен на варианте с диатомовой рудой – здесь увеличение актуальной формы кремния достигало 81 %, потенциального – 49 %. На варианте с бентонитовой глиной прибавки в содержании подвижных форм кремния оказались примерно одинаковые – 50 % и 45 % по отношению к контролю. Наименьший и также примерно равный эффект в отношении подвижного кремния в почве отмечался на варианте с цеолитом. Здесь увеличение данных показателей составляло соответственно 38 % и 32 %.

В отношении абсолютных значений содержания подвижных форм кремния в почве можно сказать, что применение всех высококремнистых пород уже в первый год исследований способствовало переходу содержания доступного кремния из градации среднедефицитного в низкодефицитный уровень (по градации В.В. Матыченкова, 2007).

Таким образом, в опытах регистрируется оптимизация некоторых физико-химических и микробиологических показателей при внесении в почву высококремнистых пород, что, по-видимому, отражается на содержании подвижного кремния в пахотном слое дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы. Поскольку изучаемые материалы имеют пролонгированное действие во времени, дальнейшее исследование позволит выявить динамику показателей в зависимости от выращиваемой культуры и физико-химических и микробиологических особенностей поведения вещества диатомита, цеолита и бентонитовой глины в почве.

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

АКТУАЛИЗАЦИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ОТОБРАЖЕНИЯ  
ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЛАНДШАФТОВ ВОСТОКА  
ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

М.А. Лазарева

ФГБНУ ЦМП им. В.В. Докучаева, Санкт-Петербург,  
margoflams@mail.ru

В связи с существенными изменениями в почвах и почвенном покрове, которые произошли за последние десятилетия, связанными с появлением новых антропогенных почв и форм организации почвенного покрова, не имеющих естественных аналогов, а также резким увеличением площадей антропогенно измененных почв, крайне необходима почвенная карта, отражающая современное состояние почвенного покрова.

Для районов Востока Ленинградской области (ЛО) характерен очень неоднородный рельеф – чередование холмов и гряд с замкнутыми понижениями и небольшими долинами, что создает весьма сложный ландшафт и делает районы интересными для исследования.

Было проведено картирование и создана цифровая почвенная карта (ЦПК), масштаба 1:200 000, для территорий моренной, зандровой равнин, Прионежской низменности, а также озерно-ледникового и холмисто-моренного ландшафтов Востока ЛО.

При составлении карты использовались следующие материалы:

1. почвенная карта Ленинградской области, масштаба 1:300 000 (1962–1971 гг.);
2. атлас «Ленинградская область. Восток», масштаба 1:100 000, (2003 г.);
3. аэрофотоснимки (Google, Яндекс, Bing Aerial);
4. цифровые топографические карты Ленинградской области, в масштабах 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:500 000, 1:1 000 000 (1970–1980 гг.);
5. карта четвертичных отложений Ленинградской области, масштаба 1:500 000 (1967 г.).

Карта составлялась с применением методов традиционного (прямого и косвенного) и цифрового почвенного картографирования (автоматическое и полуавтоматическое дешифрирование по космическим снимкам).

Для уточнения диагностики почв и границ почвенных контуров проводилось выборочное полевое обследование.

Почвы были названы в соответствии с Классификацией почв России 2004 года.

На основании данных, полученных посредством дешифрирования аэрофотоснимков, путем анализа карт, содержащих информацию о факторах почвообразования, на карте были выделены: а) контуры естественных почв и почвенных комбинаций в их современных границах, уточнены закономерности их распространения; б) впервые выделены контуры:

- непочвенных образований (здания, сооружения, дороги, водоемы, выходы пород);

- почв первичного ствола почвообразования (псаммоземы);

- агропочв в современных границах сельскохозяйственных угодий (агроземы альфегумусовые, агроземы текстурно-дифференцированные, агроземы структурно-метаморфические, агроземы окисленно-глеевые, агроземы, агроземы торфяно-минеральные; агродерново-подзолы, агродерново-подзолистые, агродерново-элювиально-метаморфические, агродерново-элювоземы);

- почв и почвенных комбинаций, характерных для населенных пунктов, садоводств (НПО + агроземы, НПО + агропочвы, НПО + интродуцированные почвы);

- антропогенно-нарушенных почв (торфозёмы, турбированные почвы).

Таким образом, с помощью созданной ЦПК, на территории Востока ЛО можно:

- оценить современное состояние почвенного покрова и последствия произошедших за последние десятилетия изменений;

- сделать качественные экспертизы по проектам, связанным с использованием почв, почвенного покрова и др. природных ресурсов;

- произвести учет земельных ресурсов (подсчет площадей отдельных типов почв);

- разработать разные виды районирования: почвенно-географическое, агрохимическое, природно-сельскохозяйственное и др.;

- планировать сельское хозяйство, мелиорацию, охрану окружающей среды, рациональное использование почвенных ресурсов и др.;

- создать прикладные карты.

Работа рекомендована зав. каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ, директором ФГБНУ ЦМП им. В.В. Докучаева, вице-президентом Общества почвоведов им. В.В. Докучаева, профессором, д.с.-х.н. Б.Ф. Апариним.

СОДЕРЖАНИЕ УГЛЕРОДА И АЗОТА В ТОРФЯНЫХ ЗАЛЕЖАХ  
ПОЛИГОНАЛЬНЫХ БОЛОТ И ПОДСТИЛАЮЩИХ МЕРЗЛЫХ  
ОТЛОЖЕНИЯХ ЮЖНОЙ ТУНДРЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А.Г. Лим

Томский государственный университет, lim\_artiom@mail.ru

Получены данные по содержанию валового углерода и азота, метаболической активности микробных сообществ в торфяной колонке. Пробы низинного торфа были отобраны в пределах междуречья Пякупур-Лымбадьяха. Мощность торфяной залежи составляет 100 см, ниже подстиляется песчаными отложениями, с незначительными по мощности торфяными прослойками. Мощность деятельного слоя составила 45–50 см.

Содержание валового углерода в торфяной залежи колеблется в пределах 40.4–56.4 %, в деятельном слое изменения в содержании не столь существенны. В подстилаемом песчанике его содержание резко снижается (3.8 %). Распределение валового азота, по сравнению с валовым углеродом, напротив, имеет большую вариабельность. Его содержание колеблется в пределах 0.5–1.4 %. Вероятно, что такие характеристики как ботанический состав, степень разложения и метаболическая активность микробных сообществ в значительной степени влияют на содержание азота, нежели на содержание углерода.

В настоящее время все больше исследований посвящается изучению метаболической активности микробных сообществ в условиях низких температур в сезоннопромерзающих и длительно-промерзающих почвах (Кряжеских, 2012; Миронов, 2013 Gentsch, 2015). В условиях севера основная функция микробных сообществ – разложение органических веществ – осуществляется в короткий вегетационный период. При увеличении содержания азота в деятельном слое наблюдается наибольшая активность микробиологических сообществ (рис.). Это связано с тем, что в микробных сообществах почв основную массу составляют олиготрофные и олигонитрофильные микроорганизмы, способные перерабатывать элементы минерального питания и азот из рассеянного состояния.

Эти группы бактерий важны, поскольку препятствуют потере почвой азота, вовлекая в круговорот малейшие количества аммиака, и при достаточном энергетическом материале используют не только азот органических соединений, но и мобилизуют валовые формы азота.

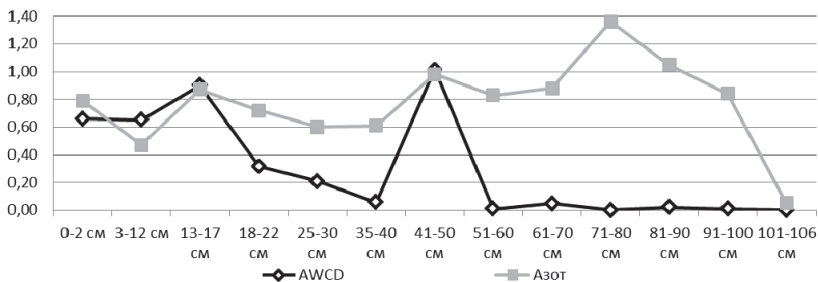


Рисунок. Содержание валового азота и метаболическая активность микробных сообществ (AWCD).

Исследования показали, что изменение содержания валового углерода в деятельном слое не столь существенны, по сравнению с содержанием валового азота. Микробиологическая активность микробных сообществ в большей степени зависит от величины содержания общего азота.

Исследования, проведенные в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых-кандидатов наук – МК-3684.2015.5.

Работа рекомендована д.б.н., проф. В.П. Серединой.

УДК 631.44

## СОСТАВ И СВОЙСТВА СВЕТЛОЗЁМА В РАЗРЕЗЕ АГАНСКОГО УВАЛА

И.Ю. Лопатина

Нижевартовский государственный университет,  
silent240524@yandex.ru

Формированию светлосёмов способствуют основные факторы почвообразования: состав пород, рельеф, гидрологический и термический режимы, растительность. Органо-криометаморфические почвы характеризуются наличием достаточно мощного подстильно-торфяного горизонта, залегающего на криометаморфическом горизонте. Криометаморфический горизонт диагностируется суглинистым составом, угловато-крупинчатой структурой и наличием льдинок в межпоровом пространстве.

В ходе исследования состава и свойств светлосёма в лаборатории физико-химических исследований НВГУ были получены данные: рН водный и солевой – кондуктометром inoLab 740, количество органиче-

ского углерода гравиметрическим методом определения массовой доли органического вещества, обменные катионы  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , общее  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , определены обменные формы алюминия и марганца по методу ЦИНАО (ГОСТ 26486-85).

Профиль светлосёма состоит из подстилочно-торфяного горизонта *O*, сформировавшегося под пологом елово-кедровой зеленомошной растительности, подзолистого горизонта *E*, который выделяется по грязновато-дымчатому цвету и пылеватому, более легкому, чем нижний горизонт гранулометрическому составу, а также, из криометаморфического горизонта *CRM*, формированию которого способствуют суглинистый состав пород, хорошо задерживающий в себе воду, при отрицательных температурах вода преобразуется в лёд и ещё долго остается в замороженном состоянии, т.к. достаточно мощная моховая подстилка не пропускает тепло. Профиль почвы дифференцирован в горизонте *E*.

Характерной особенностью исследуемого профиля светлосёма является гранулометрический состав. Значительное содержание крупнопылевой фракции (0.05–0.01 мм) и низкое содержание песчаных фракций (0.01–0.05 мм). Химический состав почв представлен в таблице.

Таблица. Химический состав светлосёма.

Горизонт глубина, см	$\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$	$\text{pH}_{\text{KCl}}$	$\text{C}$ общ, %	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{MnO}_2$
<i>O</i> 0–13	4.45	3.58	76.20	19.0	9.6	не опр.	не опр.	не опр.
<i>E</i> 13–16	4.50	3.74	0.61	6.0	1.8	8.0	18.3	2.7
<i>CRM</i> 1 16–40	5.15	3.95	0.44	5.5	2.1	2.5	11.6	30.3
<i>CRM</i> 2 40–120	5.27	4.09	0.42	5.0	2.4	2.5	10.9	36.2

Анализируя химический состав исследуемого светлосёма прослеживается дифференциация горизонтов *E* и *CRM* по содержанию обменных форм алюминия и марганца, верхних горизонтов *O* и *E* по содержанию углерода и выносу обменных катионов кальция и магния.

Работа рекомендована к.г.н., доцентом Е.А. Коркиной.



Почва является как объектом сельскохозяйственного производства, так и природным объектом, от состояния которого сильно зависит окружающая среда и качество продуктов питания. В настоящее время отмечается значительная трансформация почвенного покрова во многих регионах РФ (Керженцев, 2009). Эта проблема актуальна и для Республики Татарстан (РТ), которая является одной из самых аграрно освоенных республик Среднего Поволжья. В связи с высокой распаханностью (77 %) и низкой лесистостью, актуальными становятся мониторинговые исследования за состоянием пахотных почв, в частности, инвентаризация почв, создание объективных образцов главных типов почв, выбор контрольных объектов, репрезентативно их представляющих.

Путем обобщения авторских данных, опубликованных в открытой печати, создан реестр данных из 140-а разрезов черноземов, систематизированных согласно классификации 1977 года. На первом этапе исследований проводится предварительная характеристика современного состояния пахотных горизонтов и профиля черноземов: мощности горизонтов, содержания гумуса, суммы обменных оснований, актуальной кислотности, содержания илистой фракции и фракции физической глины (табл.).

В дальнейшем, используя статистические методы, предполагается разработать более полную характеристику свойств основных таксонов черноземов. Из полученной совокупности данных будет создаваться подвыборка для обоснования границ подтипа. После окончательной «очистки» статистическими методами от случайных ошибок, данная подвыборка будет служить основой для окончательного обособления центрального подтипа и для выработки подтиповых граничных значений морфологических, химических, физических и физико-химических свойств почв.

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

Таблица. Вариабельность свойств пахотного горизонта черноземов.

Свойства	Чернозем типичный	Горизонт Апах			Чернозем обыкновенный	Чернозем выщелоченный
		Чернозем оподзоленный	Чернозем	Чернозем		
Горизонт Апах						
Содержание физ. глины, %	55.1–68.4	52.14–66.8	40.4–62.7	51.8–72.8		
Содержание илистой фр., %	26.0–40.0	28.0–36.6	25.4–40.2	22.4–49.6		
pH водный	6.2–7.4	5.3–7.4	6.0–7.1	5.8–7.6		
Содержание гумуса, %	6.25–10.9	7.2–8.4	6.1–9.7	5.2–10.5		
S, ммоль/100 г	36.8–64.1	41.2–44.2	–	26.3–60.0		
Горизонт АВ						
Содержание физ. глины, %	52.5–64.8	41.8–66.4	36.5–61.4	51.8–72.3		
Содержание илистой фр., %	27.1–37.9	19.0–41.5	22.5–38.6	34.0–43.7		
pH водный	6.0–7.8	6.32–7.2	6.5–8.04	5.9–7.8		
Содержание гумуса, %	1.94–7.6	2.2–4.3	2.5–6.1	1.6–6.5		
S, ммоль/100 г	24.0–57.0	23.1–37.5	–	26.5–47.5		
Горизонт В						
Содержание физ. глины, %	51.7–57.5	53.6–70.1	33.8–62.9	50.2–81.3		
Содержание илистой фр., %	35.0–39.0	32.4–42.7	21.4–40.5	32.0–48.3		
pH водный	6.5–8.1	6.1–7.1	7.0–8.1	5.9–8.1		
Содержание гумуса, %	0.9–4.1	1.5–3.2	1.5–3.6	1.0–4.0		
S, ммоль/100 г	21.2–48.1	22.0–30.4	–	21.2–41.8		

Примечание: S – сумма обменных оснований.

ПОЧВЫ И ФИТОЦЕНОЗЫ ПОЙМЫ р. КАЧА  
КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИС.Г. Овчинникова, Н.С. Гобец, А.П. Донгак, Ш.Д. Хертек  
ФГБОУ ВО «Красноярский ГАУ», Красноярск

В настоящей работе проводится анализ растительности и почв в пойме р. Кача в её нижнем течении. Район исследования расположен в окрестностях города Красноярска (гора Дрокинская) в пределах южной, наиболее остепененной части Красноярской лесостепи. Изучено два типа фитоценозов. Первый тип формируется в двух метрах от берегового обрыва. Он представлен чередованием коренного фитоценоза с абсолютным доминированием щучки дернистой и переуплотненных участков в результате выпаса скота и стоянок туристов, травянистый покров которых составляют рудеральные виды (клевер ползучий, тысячелистник, подорожник большой, лапчатка гусиная). Растения щучки дернистой высотой около 60 см формируют густой покров с образованием кочек. В 55 метрах от береговой линии описан луг, сформированный в более сухих условиях (при более глубоком залегании уровня грунтовых вод), в фитоценозе появляются элементы разнотравья. Доминируют коострец безостый, пырей ползучий и низкорослая (30–50 см) щучка дернистая. Встречаются виды рода *Potentilla*, вербенник, василисник вонючий, гравилат алепский, тысячелистник, подорожник ланцетный, тимофеевка луговая, мятлик. На долю корневой массы в общих запасах приходится более 80 %, продуктивность фитоценозов – 2 и 1.9 т/га.

Оба фитоценоза формируются на аллювиальной темногумусовой глееватой почве. Почвы схожи морфологически по проявлению оглеения в виде сизого оттенка и мелких ржавых пятен. В почве, формирующейся дальше от русла, гумусовый горизонт более мощный, но так же, как и в прирусловой пойме состоит из трех слоёв. Характерной особенностью структуры гумусовых горизонтов является её горизонтальная делимость (проявление слоистости). В подгумусовых горизонтах прослеживается тонкая слоистость чередования песка и суглинка.

Исследуемые почвы характеризуются рыхлым сложением (табл.). Наибольшие значения плотности твердой фазы соответствуют слоям с преобладанием песчаной фракции в гранулометрическом составе, по видимому, представленной тяжелыми минералами. Гранулометрический состав почв неоднороден. Наблюдается чередование слоев тяжелого и среднего суглинка, с постепенным облегчением к низу. По мере удаления от русла реки в верхних горизонтах уменьшается содержание песка и увеличивается количество крупной пыли.

Содержание углерода гумуса среднее, доля подвижного гумуса составляет 7 % от общего количества углерода. Почвы характеризуются щелочной рН и карбонатностью (табл.). Помимо карбонатности, щелочность обуславливается содержанием обменного натрия (до 16.8 мг-экв/100 г) и слабым сульфатным засолением.

Таблица. Физические и химические свойства аллювиальной темногумусовой глееватой почвы.

Горизонт, глубина, см	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$\psi$ , г/см <sup>3</sup>	$\omega$ , %	Содержание гран. фрак- ций, %		Сорг, %	рН <sub>Н<sub>2</sub>О</sub>	СО <sub>2</sub> , %
				<0.001 мм	<0.01 мм			
AU (1–10)	2.34	0.81	65.4	7.08	61.06	3.78	7.40	2.78
II (12–22)	2.46	1.05	57.2	14.92	33.48	4.08	7.85	3.17
III (25–35)	2.41	0.99	59.0	19.96	41.06	3.22	8.35	2.01
B (46–56)	2.42	1.18	51.4	24.56	45.22	1.64	8.00	2.50
C (73–83)	2.48	1.18	52.4	14.06	26.90	1.17	7.95	1.65
(95–105)	2.64	–	55.2	5.45	10.98	Не опр.	8.10	1.06

Примечание:  $\rho$  – плотность твердой фазы,  $\psi$  – плотность сложения,  $\omega$  – порозность.

Работа рекомендована к.б.н., доцентом Т.Н. Демьяненко.

УДК 631.48:631.437.8:551.89

## КАТЕНАРНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ МАГНИТНОГО СИГНАЛА В СВЕТЛО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЕ

А.В. Потапова

Пушинский государственный естественно-научный институт; Институт  
физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,

Пушино, asay-potapova\_chehov@rambler.ru

Как известно, пространственное и профильное распределение магнитного сигнала в почвах с одной стороны определяется геохимическими особенностями данной местности, с другой стороны отражает процессы почвообразования, специфическое свойство которого – новообразование аутигенных кристаллов магнетита. Целью настоящей работы было выявить закономерности катенарной дифференциации источников магнитного сигнала в светло-каштановой почве.

Район исследования находился в пределах Ергенинской возвышенности с резко континентальным климатом и среднегодовым количеством осадков около 350 мм. Растительный покров представлен полынно-злаковой растительностью (*Artemisia lercheana*, *Festuca valesiaca*, *Elytrigia repens*, *Poa bulbosa*). Объектами исследования послужили светло-каштановые почвы балки, протяженностью 154 м и крутизной склонов 10°, которая располагалась с северо-запада на юго-восток. Удельная магнитная восприимчивость (УМВ) измерялась с помощью измерителя Kappabridge KLY-2 (с калибровкой по соли Мора).

В образцах исследованных почв фракция <2 мкм является основным носителем магнитного сигнала, УМВ которой в 2–8 раз превышает УМВ исходных образцов, но ее вклад в общую восприимчивость почвы составляет всего 16–41 %. Наибольший вклад илистой фракции в УМВ почв наблюдается в нижних частях склонов и на дне балки за счет утяжеления гранулометрического состава. Сравнительный анализ величин УМВ валовых образцов, фракций <2 мкм и >2 мкм позволил определить выходы легких по гранулометрическому составу пород (в точках 7 и 8), что подтвердилось результатами гранулометрического анализа.

Интересно рассмотреть почву в точке 6, расположенную на дне балки (УМВ =  $44.0 \cdot 10^{-8}$  м<sup>3</sup>/кг) и точку 7, расположенную выше по рельефу (УМВ =  $10.3 \cdot 10^{-8}$  м<sup>3</sup>/кг). Как видно, точка 6 обладает значениями УМВ в 4 раза большими, чем точка 7, содержит в 6.5 раза больше ила и в 9.6 раза больше магнитных частиц, однако вклады магнитных частиц и ила в данных точках находятся на одинаковых уровнях. Таким образом, на величину УМВ почв в данном случае решающее влияние оказывают фракции >2 мкм.

Величина УМВ выделенных магнитных частиц (МЧ) составляет от 845.9 до  $2860.6 \cdot 10^{-8}$  м<sup>3</sup>/кг. УМВ МЧ находится в тесной зависимости от элементов рельефа. Повышенным элементам рельефа соответствуют высокие значения УМВ, пониженным – низкие. Анализ данных показал, что УМВ почв водоразделов обеспечивается небольшим количеством высокомагнитной фракции, в свою очередь в нижних частях склонов балки, несмотря на высокое содержание менее магнитной фракции существенного ее вклада в общую УМВ почв не наблюдается.

Таким образом, результаты проведенного исследования показывают, что илистая фракция является основным источником магнитного сигнала, однако в некоторых случаях происхождение магнитного сигнала обусловлено литогенными оксидами железа, составляющими фракцию >2 мкм. Кроме того, на величину УМВ почв оказывает влияние качественный состав магнитных частиц, который определяется интен-

сивностью процессов выщелачивания, карбонатизации, соле- и гумусо-накопления, изменяющих магнетизм соединений железа.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 14-04-31725 мол\_а).

Работа рекомендована к.б.н., доц. И.М. Вагаповым.

УДК 631.41

## ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВЕННЫХ РАСТВОРОВ МЕРЗЛЫХ БОЛОТ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Т.В. Раудина, С.В. Лойко

Томский Государственный Университет, tanya\_raud@mail.ru

Западносибирские болота существенно влияют на потоки растворенных органических веществ (РОВ) и связанных с ними химических элементов с суши в океан, внося вклад в его геохимическое состояние и биологическую продукцию. Довольно значительно различаются мерзлые бугристые, полигональные и талые олиготрофные болота по влиянию на гидрохимические параметры вод. Связующим звеном между потоками веществ и процессами, происходящими в междуречных ландшафтах, являются почвенные воды, обеспечивающие транспорт химических элементов в речную сеть. Поэтому основной задачей данного исследования является изучение широтной, внутриландшафтной (63–67°N) неоднородности химических параметров водной фазы торфяных мерзлотных почв Западной Сибири. Главными способами решения задачи являются отбор проб почвенных вод (надмерзлотные почвенные воды), растворов с помощью керамических почвенных свечей SDEC, а также последующий лабораторный анализ с использованием различных методов.

Рассматриваемая территория находится в пределах тундры и северной тайги Западной Сибири. Почвенные воды, подчиняющиеся климатической зональности так же, как и сами почвы, являются важным звеном формирования континентального потока РОВ и химических элементов. Поэтому различия в составе, свойствах, особенностях миграции в конкретных климатических обстановках могут быть характерными и специфическими показателями. Почвенные воды рассматриваемых участков имеют слабокислую, кислую реакцию среды, pH варьирует от 3.02 до 5.56, что характерно и для твердой фазы почв данных регионов, однако, по отношению к поверхностным водам реакция более кислая. Растворы обладают слабой минерализацией, среднее содержа-

ние сульфатов (3.85–0.04 мг/л) и хлоридов (3.41–0.02 мг/л), преобладающими катионами являются  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  их содержание варьирует от 10.7–0.13 мг/л до 2.58–0.2 мг/л соответственно. В изучаемой зоне полигональных болот (участок Тазовский) наблюдаются максимальные количества рассмотренных выше элементов. Разброс в значениях может объясняться различной степенью влияния морских аэрозолей, составом растительности. Анализ удельной электропроводности не демонстрирует значительных различий в средних величинах электропроводности для разных зон (~ от 30–80 мкСм/см). Вместе с тем, наблюдается большой разброс значений электропроводности внутри ландшафта (от 13 до 150 мкС/см), с максимальными значениями в образцах, отобранных на буграх/полигонах. Важно отметить закономерное увеличение электропроводности в почвенной воде относительно поверхностных вод. Максимальные значения важнейшей характеристики состава почвенных вод – РОВ, отмечены в более высоких широтах (Тазовский, Пангоды) и составляют  $65.7 \pm 31.7$  и  $83.2 \pm 40.1$  мг/л соответственно. РОВ варьирует и в пределах ландшафта, так для бугров/полигонов значения выше, чем для мочажин, трещин, просадок, имеющих большие коэффициенты водоотдачи. Исключения наблюдаются в некоторых точках, отобранных из трещин, где отмечалось активное выщелачивание из торфяных горизонтов (до 200 и выше мг/л). Также динамика содержания углерода коррелирует с динамикой содержания растворенного неорганического углерода и с УФ-поглощением при 280 нм ( $R^2_{\text{PHY-POY}}=0.67$ ;  $R^2_{\text{UV280-POY}}=0.76$ ). Таким образом, максимальные значения рассмотренных величин почвенных вод характерны для зон полигональных, плоско-крупнобугристых болот, помимо этого также наблюдается неоднородность распределения элементов внутри конкретного ландшафта. Полученные данные могут быть использованы в качестве характеристик биогеохимического фона, для выявления изменений химического состава поверхностных вод севера Западной Сибири, происходящих и при климатических изменениях.

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

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЗВАНИЯ ГОРНЫХ ПОЧВ  
ПО РАЗНЫМ КЛАССИФИКАЦИЯМ

П.Ш. Сайранова

Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени  
академика Д.Н. Прянишникова, s7p51996@yandex.ru

Классификации почв отражают уровень накопленных знаний о почвах. В настоящее время в России действует две классификации (1977 и 2004 г.г.). Переход по названию почв от одной классификации к другой называют корреляцией, так как почвы в разных классификационных системах имеют близкую, но нетождественную диагностику. В связи с этим, объемы таксонов похожих почв пересекаются, но не совпадают полностью. Одним из способов сравнения классификаций почв СССР 1977 и России 2004 г.г. (Полевой определитель почв России, 2008) является прямая диагностика конкретных почвенных разрезов по каждой классификации. Цель исследований – анализ результатов диагностики 9 разрезов горных почв на Среднем Урале на территории заповедника «Басеги». Диагностику проводили по Классификации почв СССР 1977 и России 2004 г.г. (табл.). Горная часть Пермского края на карте представлена как Уральская горная область, в пределах которой выделены провинции: Северо-Уральская горно-тундрово-таежная и Средне-Уральская горно-таежная и горно-луговая.

По классификации 1977 года только для почв гольцового и подгольцового поясов можно определить классификационное положение почв как горно-луговые альпийские и горно-луговые субальпийские. Почвы горно-лесного пояса не представлены как типы горных почв и классифицируются по признакам равнинных бурых лесных. Таким образом, определение названия горных почв по классификации 1977 г. затруднено, вследствие ее не достаточной разработанности и привязанности к высотному поясу. Принадлежность горных почв к каким-либо таксономическим единицам невозможно определить в полной мере. Наименьшие классификационные отличия почв в различных геоморфологических условиях получены по классификации 1977. По субстантивно-генетической классификации горные почвы относятся к 2 стволам: первичного почвообразования и постлитогенного.

В ствол *первичного почвообразования* по морфологическим признакам отнесен отдел слабозрелых почв, в котором описаны *петрозоемы*. На территории заповедника почвенный покров более представлен почвами *постлитогенного почвообразования*.



Таблица. Названия почв по классификациям.

Пояс, подпояс	Высота н.у.м., м	Номер разреза	Классификация и диагностика почв СССР 1977	Классификация и диагностика почв России 2004
Гольцовый	950	13	Горная примитивная аккумулятивная альпийская	Петрозём
	930	14	Горно-тундровая	Сухоторфяно-литозём
Субальпийские луга	800	8	Дерново-горно-луговая субальпийская	Бурозём ожелезненный
	700	5	Дерновая горно-лесная субальпийская	Серогумусовая глинисто-иллювирированная
Парковое редколесье	760	7	Горно-лесная примитивно-аккумулятивная субальпийская	Литозём темногумусовый ожелезненный
	750	6	Горно-луговая субальпийская	Серогумусовая элювирированная
	570	1	Горно-лесная субальпийская	Серогумусовая ожелезненная
Горно-лесной	430	9	Горно-лесная кислая	Бурозем элювирированный
	400	10	Горно-лесная кислая неоподзоленная	Бурозем элювирированный

На основании морфогенетической характеристики почв выделены отделы: *литоземы* (мощность профиля менее 30 см), *структурно-метаморфические* (наличие горизонта *ВМ*), *органо-аккумулятивные* (срединный горизонт не выражен). Итак, в классификации 2004 г. различия почв проявляются на уровне отделов, типов, подтипов и классификационное положение почв можно определить, не привязываясь к высотно-растительным поясам.

Работа рекомендована к.с.-х.н. доцентом Самофаловой И.А.

УДК 631.48

ХАРАКТЕРИСТИКА СРЕДНЕВЕКОВЫХ ЗАЛЕЖНЫХ ПОЧВ  
АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО ПАМЯТНИКА КНЯЖИЧ  
(КОЛОМНА, МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Н.М. Свирида

Институт географии РАН, г. Москва, nmsvirida@gmail.com

Территория Русской равнины на протяжении всей истории, начиная с раннего железного века, подвергалась масштабному антропогенному воздействию, носившему экстенсивный характер и вовлекавшему огромные площади в хозяйственную деятельность, такую как палы, вырубки, распашка. Основной системой земледелия являлась подсеčno-огневая.

До сих пор не вполне ясны масштабы такого воздействия в прошлом, скорость и направленность последующего восстановления биогеоценозов, а также признаки, указывающие на былой антропогенный этап развития почв, их устойчивость и информативность.

В задачи исследования входило выявление степени сохранности признаков средневековой распашки.

Объект исследования – погребенные почвы XIV – начала XV веков на археологическом объекте Княжич в Коломенском кремле (г. Коломна, Московская область).

В ходе археологических работ (археолог А.С. Сыроватко) был вскрыт ряд последовательно погребенных под валом почв, представляющих собой пашни и разновозрастные залежи времен Средневековья:

– погребенные во время создания вала в начале XIV века пахотные почвы (Княжич-1);

– залежь возрастом 10–15 лет, погребенная в начале XIV века (Княжич-2);

– залежь возрастом 50–60 лет, погребенная в конце XIV века во время досыпки вала (Княжич-3);

– залежь возрастом больше 100 (120) лет, погребенная в начале XV века (Княжич-4) в результате последующей крупной досыпки вала.

Таким образом, у нас предположительно есть возможность проследить состояние пашни под разновременными залежами Средневековья.

Основным макромофологическим признаком распашки является ровная нижняя граница пахотного горизонта. В профиле погребенной пашни Княжич-1 и залежи возрастом 10–15 лет Княжич-2 такой признак прослеживается, но уже не наблюдается в вероятно распахивавшихся залежах большего возраста.

По гранулометрическому составу материал всех исследованных разрезов – легкий суглинок, за исключением верхних 5 см разреза Княжич-3, представляющий собой средний суглинок и являющийся наносным. Также в пахотных/предположительно пахотных горизонтах отмечено ровное распределение физической глины, характерное для пашни.

Почвы не карбонатны, т.е. не было антропогенного привноса карбонатов, которое могло бы повлиять на почвенные свойства.

Низкое содержание валового фосфора в рассматриваемых разрезах характерно для почв, не подвергавшихся в прошлом иному антропогенному воздействию, кроме как распашка. Имеет место ровный характер распределения фосфора.

Распределение органического углерода в разрезах Княжич-1, Княжич-2 и Княжич-3 более ровное и гомогенное, что свойственно пашне, в разрезе Княжич-4 – убывающий характер, присущий естественным почвам.

Общего азота больше в верхних горизонтах разрезов Княжич-3 и Княжич-4, что может говорить о восстановлении его содержания под залежью.

Анализ содержания аморфных (оксалаторастворимых) и несиликатных форм железа не выявил в исследованных почвах явных закономерностей, которые позволили бы сделать выводы о сохранности признаков пашни.

Итак, рассмотрев свойства ряда погребенных в Средневековье почв, от пашни до залежи возрастом 100 (120), мы видим, что произошло постепенное исчезновение макромофологических признаков распашки, сравнительно более устойчив ровный характер распределений органического углерода и фосфора. Наиболее устойчивым оказалось свойственное пашне распределение фракции физической глины.

В настоящее время ведется работа по микробиоморфному анализу почв данного объекта.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ 14-27-00133.

Работа рекомендована д.г.н., ведущим научным сотрудником А.А. Гольевой.

УДК 528.88

## СОЗДАНИЕ КАРТЫ БОЛОТ ТУНДРЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПО СНИМКАМ LANDSAT С ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ ЭМИССИИ МЕТАНА И.Е. Терентьева<sup>1</sup>, М.В. Глаголев<sup>1</sup>, А.Ф. Сабреков<sup>1</sup>, Ш.Ш. Максютов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Томский государственный университет, kleptsova@gmail.com

<sup>2</sup>National Institute for Environmental Studies, Tsukuba, Japan

Изучение эмиссии  $\text{CH}_4$  – важного парникового газа – особенно актуально в Западной Сибири (ЗС) – одном из самых заболоченных регионов мира. Для оценки потока  $\text{CH}_4$  из болот тундры ЗС мы использовали данные измерений эмиссий камерным методом (Glagolev et al., 2011). Экстраполяция точечных измерений проводилась на основании карты болот, созданной по снимкам Landsat с разрешением 30 метров. Дешифрирование проводилось посценно методом классификации с обучением. Эталонные участки задавались на основании полевых данных и спутниковых снимков высокого разрешения. Было разработано две типологии, включающие: 1. 9 болотных комплексов (на основании этой типологии проводилось дешифрирование), 2. 7 болотных экосистем (с помощью этой типологии проводилась экстраполяция потоков  $\text{CH}_4$ ). Соотношения болотных экосистем в болотных комплексах вычислялись с помощью спутниковых снимков высокого разрешения.

Площадь болотных и водных ландшафтов тундры ЗС была оценена в 14.1 Мга (табл.). Мы сравнили оценки региональной эмиссии на основании двух карт – ранее используемой карты Peregon et al. (2009) и новой карты. При этом применялся один и тот же набор данных о потоках, полученных за период с 2008 по 2013 гг. Использование новой карты болотных ландшафтов увеличило оценку потока из болот тайги с 0.07 до 0.36 Мт $\text{CH}_4$ /год, т.е. на 405 %. Основной причиной этого стало более чем в два раза изменившееся соотношение «обводненных» (мочажины) и «необводненных» (рямы и гряды) типов болотных экосистем, принципиально различающихся по уровню эмиссии.

В целом, эмиссия метана из болотных и водных ландшафтов тундры ЗС составляет 364 кт $\text{CH}_4$ /год или 8 % от эмиссии из болот ЗС. Та-

ким образом, тундровые болота уступают в своей важности болотам тайги (Terentieva et al., 2015). Тем не менее, дополнительное внимание должно быть обращено на динамику эмиссии при потеплении климата, а также на вклад пузырькового транспорта тундровых озер в эмиссию.

Таблица. Площади и эмиссии метана из различных болотных экосистем тундры.

Тип болотной экосистемы	Площадь, Мга	% от площади зоны	% от площади болот	Эмиссия, ктСН <sub>4</sub> /год
Вода	4.36	8.8	31.0	33.4
Обводненные мочажины	2.45	4.9	17.4	276.5
Олиготрофные мочажины	2.67	5.4	19.0	24.2
Гряды	0.95	1.9	6.8	0.0
Рямы	0.04	0.1	0.3	0.0
Мезо- и эвтрофные мочажины	0.93	1.9	6.6	25.0
Мерзлые бугры	2.67	5.4	19.0	4.5
Площадь болот	14.07			
Площадь зоны	49.78			
Заболоченность	28.3 %			
Поток, ктСН <sub>4</sub> /год	363.67			

#### Литература

Glagolev, M., Kleptsova, I., Filippov, I., Maksyutov, S., Machida, T. Regional methane emission from West Siberia mire landscapes // Environmental Research Letters. – 2011. – V. 6. – № 4.

Peregon, A., Maksyutov, S., Yamagata, Y. An image-based inventory of the spatial structure of West Siberian wetlands // Environmental Research Letters. – 2009. – V. 4. – № 4. – P. 045014.

Terentieva, I., Glagolev, M., Lapshina, E., Sabrekov, A., Maksyutov, S. High resolution wetland mapping in West Siberian taiga zone for methane emission inventory – 2015.

АНАЛИЗ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЛОДЕЙНОПОЛЬСКОГО  
ЛЕСОПИТОМНИКА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПОЧВЕННОГО  
КАРТИРОВАНИЯ, ПРОВЕДЕННОГО В ИЮНЕ 2015 ГОДА

Е.В. Фомина, Т.А. Верлова

Санкт-Петербургский государственный университет,

efen4ok@rambler.ru, tatiana.verlova@gmail.com

Лодейнопольский лесопитомник является первым в Ленинградской области Лесным питомником. Он был заложен в 1964 году на Северо-востоке Ленинградской области в таежной зоне. В лесопитомнике выращивают лесные культуры сосны и ели на территории 40.39 га, общая площадь питомника составляет 61.8 га.

Климат района, в котором находится лесопитомник, умеренно-континентальный. Рельеф исследуемой территории авторы отнесли к слабо-волнистому с общим уклоном на юго-восток.

В ходе полевой работы были выявлены закономерности распространения почвенных ареалов, характер формирования почвы в зависимости от факторов почвообразования. В качестве основы для проведения почвенного картирования в Лодейнопольском лесопитомнике была взята топографическая карта с масштабом 1:2000. По результатам почвенного картирования была составлена почвенная крупномасштабная карта масштаба 1:2000 Лодейнопольского лесопитомника, отражающая компонентный состав почвенного покрова и ареалы распространения почв. Отдельно была составлена картограмма мощностей гумусово-пахотных горизонтов в том же масштабе.

По результатам анализа почвенной карты было оценено разнообразие почвенного покрова Лодейнопольского лесопитомника. Всего было выделено 2 отдела, 5 типов и 18 подтипов почв.

Преобладающей почвой на исследуемом участке является агрозём альфегумусовый иллювиально-железистый песчаный на песчаных озёрно-ледниковых отложениях (67.7 % от общей площади лесопитомника), меньшую площадь занимают агрозёмы альфегумусовые иллювиально-железистые псевдофибровые песчаные на песчаных озёрно-ледниковых отложениях (12.5 %). Почвенный покров северной части лесопитомника достаточно однороден. В то время как южная часть, особенно ее центр, отличается большим разнообразием почвенных типов и подтипов, что можно связать с большей степенью расчлененности рельефа на данной территории. Почвообразующей породой для почв исследуемого лесопитомника, за редким исключением, являются песча-

ные озерно-ледниковые отложения. На двух небольших по площади участках мы наблюдали смену почвообразующей породы на двучленные песчаные и суглинистые озерно-ледниковые отложения, на которых в обоих случаях сформировались агрозоны альфегумусовые иллювиально-железистые глеевые песчаные. В большинстве почв мы наблюдали процессы иллювиирования железа и в некоторых случаях гумуса, что дало авторам основание отнести эти почвы к отделу альфегумусовых почв.

По результатам анализа картограммы мощностей гумусово-пахотных горизонтов на участке Лодейнопольского лесопитомника выявлено, что на исследуемой территории преобладают среднепахотные виды почв. 30 % территории занято глубокопахотными видами и около 15 % – мелкопахотными. В их распределении наблюдается слабая связь с рельефом местности, намного большее влияние оказывают особенности агротехнической обработки конкретно взятых полей.

В целом участок находится в хорошем агрономическом состоянии, обусловленным грамотным подбором и проведением агротехнических и эрозионнозащитных мероприятий. Наличие глубоких, рыхлых и хорошо оструктуренных пахотных горизонтов – доказательство длительного и эффективного продолжения деятельности лесопитомника.

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

УДК 631.10

ДИАГНОСТИКА ЛИТОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ  
ПОЧВООБРАЗУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА ПАХОТНЫХ ГОРИЗОНТОВ  
ПОЧВ БОТАНИЧЕСКОГО САДА К(П)ФУ  
ПО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОМУ СОСТАВУ

Р.Ф. Хасанова

Казанский федеральный университет, roza2010\_1995@mail.ru

В качестве критериев для диагностики исходной вертикальной однородности почвенного профиля традиционно используют результаты лабораторного микроморфологического обследования почвенного материала, гранулометрического, минерального и элементного анализов. Использование данных определения гранулометрического состава (ГМС) это подход наиболее простой, однако он может оказаться вполне достаточным для диагностики литологического происхождения минеральной части почвы при использовании объективных критериев оценки.

Целью данной работы является – оценка возможностей использования статистических критериев литологического происхождения почвообразующего материала, на примере изучения ГМС почв Ботанического сада К(П)ФУ.

Для выполнения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Определить гранулометрический состав профильных и смешанных почвенных образцов, отобранных на территории Ботсада К(П)ФУ.

2. Провести иерархическую классификацию профильных образцов почв Ботсада К(П)ФУ по содержанию различных фракций ГМС и оценить возможность выделения статистически обоснованных кластеров по литологической неоднородности.

3. Оценить возможность идентификации почвообразующего материала, формирующего пахотные горизонты по данным гранулометрического анализа смешанных образцов с применением дискриминантного анализа.

Почвенный покров территории Ботсада КФУ представлен светло-серыми лесными, дерново-подзолистыми почвами. По результатам морфологического описания все исследованные почвы были сформированы на двухчленных отложениях, верхняя часть которых представлена делювиальными суглинками, нижняя (начиная с горизонтов В2 или ВD) древнеаллювиальными песками. Было показано, что изменения ГМС по генетическим горизонтам почв достаточно типичны для почв с элювиально-иллювиальной дифференциацией профиля. Однако, обращает внимание, что ниже горизонта В1 (или В2) наблюдается резкий рост содержания фракции крупного и мелкого песка на фоне снижения содержания пылеватых и иловатых фракций, что согласуется с двухчленностью почвообразующей породы, выявленной при морфологическом описании разрезов.

Кластерный анализ выборки состоящей из профильных образцов показывает устойчивое разделение массива данных на 2 кластера. Первый кластер включает горизонты Апах, А2В, В1 и для некоторых разрезов горизонты В2 и ВС. Второй кластер – подстилающую породу D всех разрезов и для некоторых разрезов горизонты ВD и В2. Было показано, что общая дискриминантная функция полученная по анализу профильных образцов ответственна за 100 % дисперсии и коррелирует с содержанием фракций 0.05–0.01 мм (0.08), 0.25–0.05 мм (–0.10) и >0.25 (–0.08). После получения дискриминантных функций строились функции классификации, которые использовали для анализа второй выборки, состоящей из смешанных образцов. Применение функций классифика-



ции для анализа литологического происхождения смешанных образцов показывает, что несмотря на выраженную двухчленность почв обследованной территории и вариабельность по содержанию отдельных фракций ГМС, все смешанные образцы состоят преимущественно из минерального материала делювиальных отложений.

Работа рекомендована к.б.н., доц. К.Г. Гиниятуллин.

УДК 631.4

## ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ БУРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

Н.В. Хмелева

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

Гранулометрический состав (ГС) определяет все основные почвенные процессы. По ГС можно достаточно подробно характеризовать изучаемый объект и сравнивать разные почвенные объекты. Способом представления ГС почв при большом объеме данных является устойчивое среднее соотношение фракций ГС определенное как «формула» гранулометрического состава. Формулой может быть охарактеризован ГС, как в пределах разновидности, так и в пределах любой территории. Формула гранулометрического состава может быть записана как пять–шесть чисел, отражающих среднее содержание основных фракций (ила, мелкой, средней и крупной пыли, мелкого и крупного + среднего песка). Структура ГС почв определяется по средневзвешенному содержанию фракций по профилю. Полученный материал позволяет сделать заключение о классификационной принадлежности почвы, литологии почвенного профиля и его особенностях, дать оценку характера распределения частиц по размерам по генетическим горизонтам.

Цель исследований – определить структуру ГС для бурых лесных почв Среднего Урала (на примере заповедника «Басеги»). В обработку были включены данные ГС 16 разрезов бурых лесных почв на горе Северный Басег. Бурые лесные почвы (или буроземы) встречаются в разных высотно-растительных поясах: горно-лесном (315–430 м н.у.м.), подгольцовом (парковое редколесье, субальпийские луга, криволесье) на высоте 500–650 м. Исследуемые почвы объединили в 4 группы по высотным условиям формирования: I группа – на высоте 315–352 м (разрезы 26, 34, 35, 36, 43); II группа – 353–430 м (разрезы 9, 10, 37, 38,

39); III группа – 565–590 м (разрезы 17, 19); IV группа – 591–646 м (разрезы 58, 59, 61, 62).

Почвы по содержанию физической глины являются тяжелосуглинистыми и глинистыми разновидностями. Определены устойчивые средние соотношения фракций ГС для всех почв на изученной территории. Так, для буроземов в подпоясе субальпийских лугов (IV группа) установлено соотношение гранулометрических фракций: 21-18-12-29-20. Для буроземов, формирующихся в парковом редколесье (III группа) мы получили следующую формулу ГС: 16-20-13-33-17. В буроземах горно-лесного пояса определены формулы ГС для II группы (24-17-11-30-16) и I группы (23-21-16-27-15). Структурные формулы ГС показывают, что во всех буроземах фракция средней пыли содержится в минимуме в пределах 12–16 %. Содержание крупной пыли во всех формулах, напротив, является максимальным во всех группах почв (27–33 %). Отмечается тенденция к понижению содержания фракций песка и крупной пыли от более высоких участков к низким.

Между средневзвешенными содержаниями фракций в почвах рассчитаны коэффициенты корреляции, которые показывают тесноту связи между ними. Так, содержание песчаной фракции и крупной пыли имеют обратную среднюю тесноту связи с содержанием средней пыли и ила. Содержание мелкой пыли в буроземах является инертным, так как не имеет корреляционных связей с содержанием других фракций. Таким образом, соотношение между содержанием суммы фракций более 0.01 мм и суммой фракций средней пыли и ила может диагностировать процессы в почвах. В горных условиях одновременно протекают процессы выветривания и почвообразования, но с разной интенсивностью. Так, в буроземах паркового редколесья преобладают процессы разрушения минеральной части почвы (по максимальной сумме песчаной и крупнопылевой фракций), а в буроземах в нижней части горно-лесного пояса – процессы почвообразования, в том числе и оглинения. Таким образом, формула гранулометрического состава отражает особенности генезиса почв.

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. доцентом И.А. Самофаловой.

ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ ИЕРАРХИЧЕСКОГО  
МОРФОГЕНЕТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ТВЕРДОФАЗНОГО  
ВЕЩЕСТВА ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И  
ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ КРАЕВОЙ ЗОНЫ  
МОСКОВСКОГО ОЛЕДЕНЕНИЯ В ПОЗДНЕМ  
ПЛЕЙСТОЦЕНЕ-ГОЛОЦЕНЕ  
(НА ПРИМЕРЕ ЯРОСЛАВСКОГО ПОВОЛЖЬЯ)

И.Г. Шоркунов<sup>1</sup>, П.В. Андреев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ Институт географии РАН, shorkunov@igras.ru

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет,  
pavelvandreev86@gmail.com

Еще в конце 1970-х гг. В.О. Таргульяном и др. была сформулирована концепция памяти почв, рассматривающая почвы и почвенный покров Земли как особые носители и накопители информации об эволюции и взаимодействиях биосферы, геосфер и общества во времени на поверхности земной суши. Почвенная память и запись, в отличие от осадочной, является памятью ландшафта *in situ* с высоким пространственным разрешением. Соответственно, при рассмотрении в качестве архивов информации об условиях формирования физико- и социально-географической среды почвоподобных тел и педолитокомплексов, требуется особая методология. Авторами исследования на примере опорных разрезов Ярославского Поволжья применяется методология иерархического морфогенетического исследования (ИМГИ), основывающаяся на изучении твердофазного вещества на разных уровнях структурной организации объекта с повышением морфологического разрешения. Таким образом, в основе метода ИМГИ лежит концепция памяти почв.

При разработке детальных моделей педолитогенеза текстурно-дифференцированных почв различного геолого-геоморфологического положения и реконструкции ископаемых почвенных покровов краевой зоны московского оледенения в позднем плейстоцене и голоцене важным элементом работы является правильный выбор объектов исследования. Приоритетными в выборе явились сложноорганизованные седиментационные толщи, способные потенциально содержать в своем теле следы палеопочвенных процессов, происходивших в период с начала микулинского межледниковья до позднего голоцена (MIS5e–MIS1). При их поиске особое внимание уделяется наиболее высоким поверхностям Борисоглебской возвышенности, расположенным на а.о. >180 м, что исключает возможность поступления аллохтонного почвообразующего материала (безвалунные пылеватые суглинки) водным путем в после-

микулинское время и позволяет проследить этапы педолитогенеза в «чистом» виде. Продолжается работа над вновь открытым опорным разрезом позднего плейстоцена «Черемошник», представляющим собой аккумулятивную террасу с почвенно-осадочной толщей (MIS5e-MIS1), а также планируется заложение (или продолжение существующего) разреза на прилегающем водоразделе (< а.о.180 м).

Суть методологии ИМГИ, применяющейся для изучения объектов, указанных выше, заключается в следующем. Дешифрирование носителей информации в архивах педосферы проводится на каждом уровне структурной организации изучаемого объекта: макро- ( $n \cdot 10^2 - n \cdot 10^1$  м), мезо- ( $n \cdot 10^0 - n \cdot 10^{-4}$  м), микро- ( $n \cdot 10^{-2} - n \cdot 10^{-5}$  м) и субмикроморфологическом ( $n \cdot 10^{-3} - n \cdot 10^{-8}$  м). На каждом этапе проводится морфологическое и геохимическое исследование, дополняемое результатами методов, специфических для каждого уровня. На *макро-этапе* производится макроморфологическое исследование объекта. *Мезо-этап* основывается на изучении объёмной организации почвенного (осадочного, почвоподобного и т.п.) тела в поле и – в образцах ненарушенного строения – в лаборатории. *Микро-этап* представляет собой исследование морфологической организации твердофазного каркаса, а также точечное определение элементного состава микроучастков морфотипов. Этап *субмикро-*заключается в морфологическом и аналитическом исследовании ненарушенных микроучастков поверхностей морфотипов. Особенностью этой методологии является попытка отказа от актуалистического подхода при интерпретации отдельных признаков и объекта в целом. Реконструкции внешних условий формирования каждого выявленного признака основываются на ограничении допустимых физических диапазонов и химической среды, при которых возможна генерация определенной структуры, формы и вещественного состава морфона. Восстановление последовательностей элементарных почвообразовательных и геоморфологических процессов, этапов саморазвития и эволюции почв, почвоподобных тел и педолитокомплексов основано на определении взаиморасположения групп сингенетичных признаков в пространстве почвенного тела и географического ландшафта (Шоркунов, 2013). Результатом ИМГИ является детальная модель педолитогенеза. Реконструкции параметров географической среды и их изменений, а также модель эволюции почвенного покрова основываются на итоговых моделях педолитогенеза.

Исследование проведено при финансовой поддержке РФФИ (проекты 16-35-0605 мол\_а и 14-04-00894а).

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

## Секция II

### *Почвы урбанизированных ландшафтов*

УДК 631.10

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ  
НА ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ  
ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ ЛИЗИМЕТРОВ ПОЧВЕННОГО  
СТАЦИОНАРА МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА)

Г.В. Абросимова

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

Изучение влияния атмосферных осадков на развитие, направленность почвообразовательных процессов, формирование почв в условиях города и их воздействие на подземные воды, было проведено в условиях лизиметров почвенного стационара МГУ. Лизиметры состоят из 20 отдельных бункеров площадью по 9 м<sup>2</sup> и глубиной около 2 м в которые в 1965 г был засыпан бескарбонатный покровный суглинок, который был взят из карьера в Подольском районе Московской области. По 4 лизиметра занимают ель, смешанный лес (ель, дуб, клен), широколиственный лес (дуб, клен), луговая растительность; по два – девятипольный севооборот сельскохозяйственных культур и чистый пар.

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 содержания и состава гумуса, кислотности и окислительно-восстановительных условий, сорбционной способности почв и биологического поглощения. Основным источником загрязнения почв лизиметров ТМ являются атмосферные выпадения, о составе которых судили по данным анализа снега. Анализ поступления тяжелых металлов на поверхность почв со снегом за зимний период 2013–2014 гг. показал, что содержание ТМ в нерастворимой части осадков значительно превышает их содержание в почвах лизиметров и тем более в исходном суглинке, что и определяет обогащение почв этими элементами. Исследование содержания элементов по профилю почв лизиметров показало ярко выраженный аккумулятивный характер их распределения под различными видами растительности. Накопление микроэлементов в поверхностном слое почв лизиметров и резкое снижение их содержания в нижележащих слоях свидетельствует о значительном поступлении микроэлементов и тяжелых металлов с осадками, эмиссией пыли и растительным опадом.

По данным о содержании ТМ, микро- и макроэлементов в почвах лизиметров были рассчитаны коэффициенты концентрации элементов в почве относительно исходного суглинка, а также коэффициенты концентрации элементов, содержащихся в пыли атмосферных выпадений относительно исходного суглинка. Коэффициенты концентрации наглядно показывают тренды накопления элементов в почвах под различными фитоценозами. Максимальное накопление характерно для кальция и цинка. Большое влияние на формирование почвенного профиля имеет водный режим лизиметров. Лизиметрические воды имеют нейтральную и слабокислую реакцию среды. На рН лизиметрических вод заметное влияние оказывают атмосферные осадки и свойства почв.

Следует отметить, что содержание ТМ в лизиметрических водах значительно ниже, чем в растворимой части снеговых осадков. Таким образом, при существующем уровне загрязнения почв не происходит опасного загрязнения почвенно-грунтовых вод ТМ вследствие их низкой растворимости в почвенном растворе и прочной фиксации элементов в почвенном поглощающем комплексе.

Работа рекомендована д.б.н., ведущим научным сотрудником И.О. Плехановой.

УДК 58.051:581.5:581.555.22:555.438.5(477.41)

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭДАФОТОПОВ  
ОЛЬШАНИЦКОГО ГРАНИТНОГО КАРЬЕРА В СИСТЕМЕ  
КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

И.В. Агурова, С.И. Прохорова

Институт эволюционной экологии НАН Украины, г. Киев, Украина,  
ir.agur@mail.ru, s.prokh@mail.ru

На сегодняшний день антропогенная трансформация окружающей среды, как в Украине, так и в мире, достигла угрожающих величин. В связи с увеличением промышленного производства в мире количество техногенно нарушенных земель возрастает с каждым годом. На месте естественных экосистем возникают техногенно измененные территории, на которых происходят катастрофические изменения растительности и условий произрастания.

Изучение условий субстрата (эдафотоп) в условиях таких нарушенных земель являются неотъемлемой частью любых работ по фито-рекультивации как комплекса мер, которые направлены на улучшение и создание плодородных земель с помощью выращивания травянистых,

древесных и кустарниковых мелиоративных культур. Подбор таких растений должен проводиться с учетом агрохимической характеристики субстрата, а именно: гранулометрического состава, показателей рН, засоления, катионно-анионного состава.

Настоящие исследования касаются изучения условий эдафотопы и их связи с формирующимся растительным покровом на Ольшаницком гранитном карьере, расположенном в Киевской области (Ракитнянский район). При проведении исследований на территории карьера изучение условий субстрата происходило по таким показателям – рН, общее засоление, влажность. Участки, на которых производился учет растительности и агрохимический анализ, были заложены на разной высоте карьера.

При изучении показателей рН на территории Ольшаницкого карьера было показано, что эти значения изменяются в пределах от 6.2 до 8.3, то есть от нейтральной к щелочной реакции. На колебания показателей рН влияют место отбора субстрата, степень заселения экотопа растениями, видовой состав растений. Относительно общего засоления было отмечено, что для всех образцов субстрата характерным является отсутствие засоления (содержание солей не превышает 0.3 г/100 г). Кроме того, содержание солей практически не изменялось на территории всего карьера. Показатель влажности изменяется по разным площадкам в достаточно широких пределах от 0.2 до 24.5 %, а в большинстве случаев значения влажности увеличиваются с глубиной.

При изучении связи между формирующимся растительным покровом, представленностью растений, проективным покрытием и почвенными условиями не было выявлено четкой закономерности, хотя различия и в проективном покрытии, и в преобладании тех или иных видов растений были заметны. Связь проективного покрытия, представленности растений на учетных площадках со временем отсыпки карьера не всегда прослеживалась. Так, например, как наименьшее, так и наибольшее покрытие растениями наблюдалось на площадках с одинаковым временем, которое прошло с момента отсыпки отвала (3 года). Такую разницу в проективном покрытии и количестве видов можно связать с характеристиками субстрата. Участок с наименьшей видовой представленностью и покрытием имеет наименьшие показатели влажности, что является одним из угнетающих факторов, влияющих на заселение и дальнейшее произрастание растений.

Таким образом, по агрохимическим показателям субстрата Ольшаницкого карьера являются незасоленными, нейтральными или щелочными. Влажность субстрата изменяется в более широких пределах – от очень сухого (0.2 % – в поверхностном слое и 0.5 % на глубине 10–



20 см) до достаточно увлажненного (24.5 % и 16.5 %, соответственно). Последний фактор накладывает свой отпечаток на формирование растительного покрова в пределах карьера.

УДК 631.42

## СПЕЦИФИКА ГОРОДСКИХ ПОЧВ МАЛЫХ ГОРОДОВ НА ПРИМЕРЕ ЕЛАБУГИ

Р.Р. Ахтямова, К.А. Низиенко

Московский государственный университет им. Ломоносова М.В.,  
akhtyamova.rezeda@gmail.com

Елабуга – одно из старейших культурно-архитектурных мест Республики Татарстан, превращающееся в последние десятилетия в крупный промышленный центр. В 2007 году рядом с городом была открыта крупнейшая в России особая экономическая зона промышленно-производственного типа «Алабуга».

О результате воздействия на городскую среду можно судить по содержанию тяжелых металлов в почвах. Исследования проводились в сентябре 2015 года. Были рассмотрены три функциональные зоны: селитебная в центрально-исторической части города, городская парковая зона и приусадебные участки частного сектора селитебной зоны, расположенные в различных геоморфологических позициях. Проведено морфологическое описание почв ключевых участков, определено валовое содержание ТМ поверхностных горизонтов и рН. За фоновые показатели были взяты концентрации ТМ дерново-подзолистых почв из Красной книги почв Республики Татарстан.

При сравнении данных территорий были выявлены следующие особенности.

Для парковой зоны характерны слабонарушенные и ненарушенные дерново-подзолистые почвы. Превышений ПДК и ОДК по валовому содержанию тяжелых металлов не обнаружено.

Для приусадебных территорий характерны агроземы альфегумусовые различной мощности. На участке, расположенном в нижней части склона Елабужской возвышенности почвы отличаются более высоким содержанием ТМ по сравнению с остальными частями города. Так, содержание мышьяка составило здесь 33 мг/кг, что выше ПДК в 3.3 раза (ГН 2.1.7.2042-06). Вероятнее всего, это связано с использованием азотных и фосфорных удобрений. По оценке почв сельскохозяйственного использования, загрязненных химическими веществами, участок отно-

сится к чрезвычайно опасной категории загрязнения. Содержание железа здесь (29260 мг/кг) выше фоновых показателей в 2 раза, что говорит о потенциальном увеличении загрязнения за счет возможности железа удерживать ТМ в почве.

Территория участка, средней части склона характеризуется наиболее низкими концентрациями ТМ по сравнению с остальными точками. Возможно, это связано с тем, что с северной стороны участка расположен лесной массив, служащий барьером для выпадения загрязнителей с промышленных объектов ОЭЗ.

В отличие от остальных, почвы наиболее возвышенной части города (третий приусадебный участок) имеют супесчаный состав верхнего горизонта. Почвы участка характеризуются небольшим загрязнением никелем (24 мг/кг при ОДК = 20 мг/кг) и кадмием (0.51 мг/кг при ОДК = 0.5 мг/кг) (ГН 2.1.7.2042-06). Скорее всего, эти превышения связаны с произошедшим здесь разливом канализационных сточных вод. Содержание мышьяка (7 мг/кг) превышает ОДК для супесчаных почв в 3.5 раза. По оценке почв с/х использования, загрязненных химическими веществами относятся к высоко опасной категории загрязнения.

Для исторической части города свойственны урбаноземы мало-мощные, отличающиеся слабощелочной реакцией среды. Здесь присутствует повышенное содержание цинка (169 мг/кг) и концентрация мышьяка (8 мг/кг) близкое к ОДК (10 мг/кг).

Анализ полученных данных показал, что большая часть города – частный сектор, следовательно, наиболее распространенные почвы – агроземы, в исторической части – маломощные урбаноземы, в парковой зоне – дерново-подзолистые почвы. Загрязнение ТМ почв выявлено в двух точках, почвы большей части города не загрязнены. Требуются дополнительные исследования современного воздействия промышленной зоны. Планируется определение ТМ в снеговом покрове.

Работа рекомендована ассистентом И.А. Мартыненко.

ГУМУСОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ ПОЧВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

А.М. Булышева

Санкт-Петербургский государственный университет

anny\_by@mail.ru

Почвы урбанизированных территорий, как и естественные почвы, выполняют необходимые экологические функции, позволяющие нормально функционировать экосистемам городов, а также влияющие на

качество жизни населения. Главную роль в обеспечении экологических функций играют гумусовые горизонты, а эффективность их выполнения обусловлена свойствами этих горизонтов.

Целью данной работы является изучение особенностей строения и свойств верхних гумусовых горизонтов почв Санкт-Петербурга.

На изученной территории преобладают почвы, сконструированные человеком. В таких почвах на сохранившиеся природные или культурные слои нанесен гумусовый или органогенный слой. Чаще всего встречались почвы, где и подстилающие и гумусовые или органогенные слои были привнесенными человеком. Единично были выявлены малоизмененные естественные почвы. Такие почвы приурочены к парковым территориям (парк Есенина, парк Куракина дача, парк им. И.В. Бабушкина).

Привнесенные гумусовые или органогенные слои на различных территориях обладают разной мощностью. Во дворах старых построек и парках они, как правило, относительно мощные, вплоть до мощности 40 см, во дворах новостроек и на газонах вдоль дорог, мощность гумусовых или органогенных слоев, как правило, не превышает и 5 см, а максимум имеет мощность 10–15 см.

Практически все привнесенные гумусовые слои содержат в себе антропогенные включения – бытовой и/или строительный мусор. В процентном соотношении антропогенные включения, обычно, не превышают 4 % от общего объема. Подстилающие же слои, которые не являются естественными, часто содержат гораздо большее их количество, вплоть до 60–80 %.

Содержание углерода органических соединений в почвах Санкт-Петербурга, как правило, является завышенным. Его накопление в почвах может происходить за счет внесения торфосмесей в городские почвы, а также за счет органических поллютантов, поступающих в почву [1]. В первую очередь, это частицы угля, сажа, угольная пыль и др. Действительно, образцы, при морфологическом описании которых было выявлено значительное содержание угольков, обгоревших остатков дерева, угольной пыли или же присутствие торфа, обладают завышенным содержанием углерода органических соединений. Так в гумусовых горизонтах почв сквера во дворе ул. Маршала Захарова, газона возле набережной р. Екатерингофки, газона ул. Морской пехоты, во дворе дома на Морской набережной содержание углерода органических соединений составляет 5.69, 3.75, 7.11 и 4.00 % соответственно. В горизонтах, в составе которых содержится значительное количество растительных остатков, данный показатель возрастает вплоть до 21.20 %.

Реакция среды для почв Санкт-Петербурга характеризуется слабокислыми, нейтральными или слабощелочными значениями. Более высокие значения этого показателя по сравнению с естественными почвами, являются результатом загрязнения городских почв строительным мусором, а также использованием противогололедных средств в зимнее время.

Плотность сложения изученных почв варьирует от 0.61 и до 1.89 г/см<sup>3</sup>, среднее значение плотности сложения составляет 1.44 г/см<sup>3</sup>. У значительной части исследуемых почв верхние горизонты переуплотнены. У 20 % отобранных образцов значения превышают 1.6 г/см<sup>3</sup>, которое считается предельным для развития корневых систем. Переуплотнение может быть связано с проездом тяжелой техники при строительстве, рекреационной нагрузкой, проездом автомобилей по газонам дворов.

Из исследованных гумусовых горизонтов на содержание подвижных форм тяжелых металлов 57 % были загрязнены свинцом, 21 % загрязнены медью, и 17 % – цинком. В этих почвах содержание подвижных форм тяжелых металлов превышали значения ПДК [2]. Загрязнение тяжелыми металлами диагностировано не только в почвах возле автодорог, но и в почвах парков (парк им. И.В. Бабушкина, парк Юннатов), а также в рекультивационных грунтах, которые на момент отбора образцов, только наносились на газоны. Это говорит о том, что почвы города загрязняются не только от аэральных поллютантов на месте, но привнесенные рекультивационные грунты могут быть загрязнены изначально.

#### Литература

1. Водяницкий Ю.Н. Органическое вещество в городских почвах (обзор литературы). Почвоведение, 2015, № 8, с. 921–931.
2. ГН 2.1.7.2041-06. Гигиенические нормативы: Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – 15 с.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-04-04606.

Работа рекомендована доцентом кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ Е.Ю. Сухачевой.

# АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ЭМИССИЮ CO<sub>2</sub> МОДЕЛЬНЫМИ ПОЧВЕННЫМИ КОНСТРУКЦИЯМИ В Г. МОСКВА

Бхубан Бхавиш

Российский университет дружбы народов, Москва

Актуальность. Одним из основных факторов глобальных изменений климата являются изменения структуры землепользования. Урбанизация – современная тенденция изменения землепользования, сопряженная с быстрым ростом городских территорий, что приводит к качественному изменению функционирования почвенного покрова урбоэкосистем. Эмиссия и депонирование парниковых газов и, в первую очередь, CO<sub>2</sub> – ключевая функция почвы. Экологические риски повышенной эмиссии CO<sub>2</sub> городскими почвами определяются различными факторами антропогенного воздействия, в частности особенностями функционального использования, строением почвенных конструкций, наличием и степенью антропогенной нагрузки. В данной работе проанализировано воздействие различных антропогенных факторов (загрязнение тяжелыми металлами, засоление, подкисление, использование различных органических субстратов для создания почвенных конструкций) на эмиссию CO<sub>2</sub> модельными почвенными конструкциями, расположенными в ЗАО и ЗАО г. Москва.

Объекты и методы исследования. Исследование были проведены с июня по август, один раз в 10 дней. На исследовании мы измеряли потоки CO<sub>2</sub>, влажность температуры почв и температуры воздуха с помощью газоанализатор (Li 820). Наблюдение проводили в течение 2–3 минут или до приращения концентрации CO<sub>2</sub> в камере более 100 ppm по сравнению с атмосферной.

Результаты и обсуждения. Полученные результаты иллюстрируют изменение динамики потоков CO<sub>2</sub> при наличии загрязнения, подкисления и повышенного засоления, а также изменения влажности и температуры. Сопоставление эмиссии CO<sub>2</sub> почвенных конструкций с различным строением профиля позволяет разработать рекомендации для экологически устойчивого конструирования городских почв.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № НК 15-34-70003 и № НК 15-54-53117\15.

Работа рекомендована к.б.н., доцентом кафедры ландшафтной архитектуры и дизайна Васневым В.И.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВ  
УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ  
ПАРКОВЫХ ЗОН САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

А.С. Васильева

Санкт-Петербургская академия ветеринарной медицины,  
vassasha@list.ru

Городская среда представляет собой совокупность антропогенных объектов, компонентов природной среды, природно-антропогенных и природных объектов. К природно-антропогенным объектам относятся рекреационные зоны города, которые включены в экологический каркас города. Эти зоны служат местом организации отдыха и оздоровления городского населения. Территории парков, садов и скверов, входящих в список природоохранных зон города, испытывают меньший антропогенный пресс. Однако полностью исключить антропогенные воздействия на рекреационные зоны мегаполисов невозможно, что естественно, отражается на их экологическом состоянии.

Для благоприятного отдыха горожан, необходимо соответствие окружающей среды действующим гигиеническим нормативам.

Немаловажными показателями качества жизни в городах является степень озеленения и состояние зеленых насаждений городских территорий и садово-парковых ансамблей. Именно зеленые насаждения в значительной степени способствуют оздоровлению воздушной среды и созданию благоприятного микроклимата на урбанизированных территориях. Почва является одним из наиболее важных компонентов биогеоценоза и определяет состояние растительного покрова. Почва – многокомпонентная среда, в которую входят органические и неорганические соединения, в том числе и токсичные, поступающие из пограничных сред. Очевидно, что необходимо контролировать химический состав почв в рекреационных зонах, не допуская превышения ПДК по одному или нескольким химическим компонентам. Оценка по гидрохимическим показателям состояния почвенного покрова в парках Санкт-Петербурга необходима для разработки мер по их защите и сохранению.

В качестве объектов исследования были выбраны некоторые городские парки, такие как: Александровский парк (Пушкинский район), парк им. Бабушкина, Московский парк Победы, парк Интернационалистов и Юсуповский сад. В каждом из парков были заложены по 3 точки отбора проб. Исследования проводились в летний период 2015 г. на базе НИЦЭБРАН, общепринятыми в химии почв методами.

В ходе исследования определялись следующие параметры: рН, концентрация нитратов, фосфатов, ионов аммония, меди и железа. Водородный показатель находился в диапазоне от 6.5 до 8.0. Минимальный показатель рН наблюдался в Московском парке Победы и Юсуповском саду в июле месяце и составил 6.5 ед. Максимальное значение рН достигало в парке им. Бабушкина в августе месяце и было равно 8.0 ед., что выходит за пределы ПДК, которые составляют от 6.5 до 7.5. Содержание нитратов находилось в диапазоне от 0 до 50 мг/кг, в большинстве исследуемых зон содержание нитратов находилось на границе чувствительности метода. Исключения составили почвы парка им. Бабушкина, где концентрация нитратов составил 10 мг/кг и Александровского парка – 50 мг/кг. Все зарегистрированные показатели не превышали ПДК (130 мг/л). Содержание фосфатов находилось в диапазоне то 0 до 1.5 мг/кг, минимальное количество наблюдалось в Александровском парке – от 0 до 0.25 мг/кг и в Юсуповском саду – от 0.1 до 0.25 мг/кг в августе. Однако в Юсуповском саду в июле месяце этот показатель был уже значительно выше – 1.5 мг/л. Концентрация ионов аммония изменялась в диапазоне от 0 до 20 мг/кг, минимальное содержание было обнаружено в пробах из Александровского парка от 0 до 1.0 мг/кг, максимальное, превышающие ПДК (10 мг/кг), было обнаружено в пробах в парке им. Бабушкина – в среднем 11 мг/кг и парке Интернационалистов – в среднем 18 мг/кг. Ионы меди не были обнаружены ни в одной из проб. Содержание железа находилось в диапазоне от 0.1 до 0.25 мг/кг, минимальное его содержание было зафиксировано в Александровском парке – 0.1 мг/кг и Московском парке Победы 0.1 мг/кг в июле и августе, а максимальное в парке Интернационалистов – 0.25 мг/кг в августе месяце. Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что за пределы ПДК по одному показателю выходят пробы из парка Интернационалистов (аммоний) и по двум показателем из парка им. Бабушкина (рНи аммоний). Почвы остальных парков по химическим показателям за пределы ПДК не выходили, что позволяет сделать заключении обих удовлетворительном состоянии.

Работа рекомендована к.б.н., доцентом З.Г. Кауровой.

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПАРКОВ г. ОРЕНБУРГА

А.В. Васильченко

Оренбургский государственный университет,  
vasilchenko.av.83@gmail.com

Зеленая зона и зеленые насаждения являются неотъемлемой и очень важной составляющей частью города. Состояние этих компонентов неизбежно отражается на качестве окружающей среды. При неуклонном увеличении численности городского населения сохранение даже небольших участков природных экосистем (пригородных лесов) и искусственных насаждений (парков, скверов и т.д.) имеет огромное значение для улучшения качества жизни людей.

Почвенный покров является одним из базовых слагаемых лесных и парковых экосистем, который оказывает непосредственное влияние на их стабильное существование, поддержание биопродуктивности и биоразнообразия. Деградация почвенного покрова ведет к снижению качества городских фитоценозов. В этой связи целью наших исследований стала оценка экологического состояния почвенного покрова парков города Оренбурга.

Объектами исследования явились антропогенно преобразованные почвы парков г. Оренбурга, испытывающие на себе различное по интенсивности транспортное и промышленное воздействие: парк им. 50-летия СССР, парк Тополя, парк Перовского, парк им. В.И. Ленина, парк 50-летия ВЛКСМ, парк Победы. Для оценки экологического состояния почв территорий определяли приоритетные загрязняющие вещества и суммарный показатель химического загрязнения ( $Z_c$ ).

Из анализа полученных данных следует, что на всех исследуемых территориях значительную долю в загрязнение вносят хлорид-ионы, содержание которых варьирует в диапазоне от 1411.7 мг/кг до 1550.8 мг/кг, что существенно превышает фоновые значения. Максимальное превышение фонового значения в 56 раз было зафиксировано в почвах парка Победы. На этом же участке отмечена максимальная концентрация гидрокарбонат-ионов (превышение фона в 6.9 раза), в то время как в почве парка 50 лет ВЛКСМ зафиксировано минимальное содержание, превышающее, однако, фон в 3.6 раза. Содержание цинка в почвах объектов исследования меняется от 0.19 до 0.32 мг/кг, что по нижнему пределу в 19 раз выше фонового уровня, а по верхнему – в 32.2 раза. Тем не менее, полученные значения не выходят за пределы



установленного ОДК (согласно ГН 2.1.7.020-94 ОДК цинка составляет 110.0 мг/кг при pH < 5.5), что указывает на удовлетворительно складывающуюся ситуацию. В значительных пределах варьирует и содержание ионов Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup>. В исследуемых почвах парка Победы отмечено незначительное превышение фона по иону кальция (в 1.16 раза). Содержание иона кальция в остальных объектах значения фона не превышает. Преобладающим среди поглощающих оснований является ион магния. Его содержание колеблется от 34.0 до 64.6 мг/кг. Максимальное его превышение по фону в среднем в 2.3 раза отмечено в почвах парка Победы. Содержание гидросульфид-ионов, ионов аммония и сульфат-ионов на всех исследуемых участках не превышает фоновые значения.

Расчитанный показатель химического загрязнения исследуемых участков свидетельствует о том, что все объекты исследования характеризуются чрезвычайной экологической ситуацией (Z<sub>c</sub> 32–128). Уровень загрязнения характеризуется как высокий, а категория загрязнения – опасная. По данному показателю почвы парков можно расположить в следующий ряд (в порядке убывания): парк Победы > парк Тополя > парк Перовского > парк им. В.И. Ленина > парк 50 летия ВЛКСМ > парк 50-летия СССР.

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

УДК 631.4+630.181

## ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ ЛЕСОПАРКОВ г. ЕКАТЕРИНБУРГА

Т.Ю. Габерштейн

ФГБУН Институт экологии растений и животных УрО РАН (г.  
Екатеринбург), [alseeda@mail.ru](mailto:alseeda@mail.ru)

Город Екатеринбург является крупным административным, промышленным и логистическим центром с численностью населения 1461 тыс. человек (на 2015 год), оказывающим большое влияние на окружающую среду. Почвы, как компонент экосистемы, отражают это воздействие в своих свойствах. Целью исследований было выявление основных диагностических особенностей и свойств почв лесопарков г. Екатеринбурга.

В 2009–2013 гг. нами были исследованы почвы 5 лесопарковых участков (лесопарки Юго-Западный, им. Лесоводов России, Южный, Калиновский и Дендрарий Ботанического Сада УрО РАН). Выбрано 29 пробных площадей по сходным таксационным характеристикам древостоя: насаждения сосны 120–140-летнего возраста II–III классов бо-

нитета (Веселкин, Кайгородова, 2013). Заложено 29 почвенных разрезов (по 1 разрезу на каждой пробной площади) и отобрано 147 образцов почв по генетическим горизонтам. В образцах определены  $pH_{\text{вод}}$ , гидролитическая кислотность, обменные кальций и магний (Ca и Mg), общий углерод ( $C_{\text{общ}}$ ), подвижные фосфор и калий ( $P_2O_5$  и  $K_2O$ ). Химические анализы выполнены в лаборатории экотоксикологии популяций и сообществ ИЭРиЖ УрО РАН, аккредитованной на техническую компетентность (аттестат РОСС.RU0001.515630).

Исследования показали, что почвенный покров ключевых участков лесопарков состоит из сочетаний буроземов типичных и оподзоленных с дерново-подзолистыми типичными почвами (преобладают почвы группы Retisols по WRB-2014). В морфологическом строении исследованных почв отмечены слабые изменения, вызванные рекреационной нагрузкой: пониженная мощность подстилки, включения в виде бытового мусора в органических горизонтах, уплотнение гумусового горизонта, в 2-х разрезах отмечено перемешивание минеральных горизонтов с сохранением диагностических признаков буроземов.

Исследованные почвы характеризуются следующими особенностями химических свойств: органические и гумусовые горизонты кислые и слабокислые (для подстилок  $pH=4.6-5.9$ ; для гумусовых горизонтов  $pH=4.5-5.8$ ), нижняя часть профиля слабокислая и нейтральная ( $pH=5.2-6.5$ ). Величина гидролитической кислотности для подстилки колеблется от 19.1 мг-экв/100 г в буроземе турбированном до 47.0 мг-экв/100 г в буроземе оподзоленном, резко уменьшаясь с глубиной. Кривая значений  $C_{\text{общ}}$  носит органо-аккумулятивный характер с максимумом величины 36.4 % в подстилке. В среднем для гумусовых горизонтов величина общего углерода не превышает 6.7 %. В обменном комплексе почв преобладает Ca. Наиболее высокое содержание обменного Ca наблюдается в верхних горизонтах, из-за дополнительного привноса строительной пыли, богатой этим элементом. Значения обменного кальция в подстилках меняются в широком диапазоне (от 19.0 до 170.0 мг-экв/100 г), вниз по профилю наблюдается закономерное уменьшение до 2.8–12.4 мг-экв/100 г в элювиальных горизонтах с незначительным увеличением до 9.4–27.7 мг-экв/100 г в иллювиальных горизонтах. Распределение обменного Mg имеет схожий характер и меняется от 0.5–18.5 мг-экв/100 г в подстилках до 0.3–6.0 мг-экв/100 г в иллювиальных горизонтах. Содержание подвижного  $P_2O_5$  в подстилках лесопарков 20.0–51.3 мг/100 г, а в гумусовых 2.5–59.9 мг/100 г. Выявлено очень высокое содержание обменного калия в подстилках, достигающее 353.0 мг/100 г, в гумусовых горизонтах  $K_2O$  меняется от 3.5 до 29.1 мг/100 г.

Таким образом, почвы лесопарков сохраняют основные признаки естественных буроземов и дерново-подзолистых почв. Основные морфологические и химические отличия почв городских лесопарков обусловлены рекреационной нагрузкой, привнесом строительной пыли и бытового мусора в верхние почвенные горизонты.

Работа рекомендована к.б.н., с.н.с. ИЭРиЖ УрО РАН Кайгородовой С.Ю.

УДК 631.4

## ОЦЕНКА ЭКОТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ ОБЪЕКТОВ ПРОШЛОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА МЕТОДАМИ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

К.Р. Герасимов

Санкт-Петербургский институт кино и телевидения, gearuse@gmail.com

Объектами прошлого экологического ущерба являются загрязненные территории, на которых деятельность под управлением организации осуществлялась в прошлом и на которых остались отходы, негативно влияющие на природную среду. Такие территории представляют экологическую опасность для окружающей среды в связи с накоплением в почве различных токсичных веществ. Оценка реальной экологической опасности загрязнённой почвы таких сложных объектов химическими методами трудно осуществима из-за присутствия различных токсичных веществ. В такой ситуации могут помочь методы биологического анализа, к которым относятся методы биотестирования. С помощью биотестирования можно дать интегральную оценку качества загрязненной почвы по регистрации суммарного токсического действия загрязнителей на живые организмы (тест-культуры).

Целью работы являлось выявление токсичности почв на площадках бывших земель промышленного объекта методами биотестирования.

Пробы почв были отобраны на промышленном объекте, расположенном в Ломоносовском районе рядом с поселком Лопухинка, где в течение 30-ти лет хозяйственной деятельности были накоплены отходы смешанного состава (строительные, промышленные, отходы неопределенного состава, разбитая техника, разрушенные сооружения). Эксплуатация объекта была прекращена в 2000 г. С тех пор накопленные отходы смешанного состава являются источником санитарно-химического загрязнения территории, водного объекта (р. Воронка), рядом расположенных лесных систем и с/х земель.

Пробоотбор образцов почв был проведен с 3 площадок методом конверта с глубин 0–5 и 5–20 см титановым буром.

В работе были использованы два метода биотестирования: элюатное фитотестирование на семенах высших растений (овес) и контактный аппликационный метод, основанный на разжижении желатинового слоя негативной фотопленки, что является индикатором протеазной активности почв.

По результатам ранее проведенного химического анализа было установлено, что основными химическими загрязнителями исследуемых почв являлись органические токсиканты: 3,4 бенз(а)пирен (4 ПДК), полихлорированные бифенилы (3 ПДК).

Наши физико-химические исследования показали, что почвы имеют нейтральную среду (рН 6.3–6.9) и являются незасоленными (удельная электропроводность 0.05–0.12 мс).

Результаты фитотестирования водных вытяжек из почв на семенах овса показали (элюатное биотестирование), что эффект торможения (Ет) наблюдался в почвах на всех площадках и составлял 21.3–28.8 %, что свидетельствовало о наличии токсичности.

В ходе проведенного модернизированного аппликационного метода по определению активности протеолитических ферментов (контактный метод) было установлено, что степень выраженности протеолитических процессов в почвах на площадках № 3 и № 4 составляла 24.1–8.8 % от контрольного варианта. Это свидетельствовало о том, здесь в результате антропогенного загрязнения происходит резкое снижение микробиологической активности. При помощи этого метода была выявлена токсичность в образце почвы, где она не была выявлена элюатным методом, что говорит о том, что не все токсичные вещества переходят в водную вытяжку.

Проведенные исследования показали, что для объективной оценки экотоксичности почв объектов с накопленным экологическим ущербом необходимо использование различных биотест-систем с применением тест-организмов, находящихся на разных трофических уровнях.

Работа рекомендована к.б.н., доцентом Т.В. Бардиной.

ОСОБЕННОСТИ ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ И  
ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВ  
РОСТОВСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Н.А. Гиро, К.В. Чурсинова

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

Почвенные биосистемы в городах подвергаются существенным структурным преобразованиям, и это выражается, прежде всего, в перераспределении биологической активности в пределах почвенного профиля (Агаркова и др., 1994).

Изменение свойств почв на фоне урбанистического пресса оказывает влияние на активность таких ферментов как, каталаза, уреазы, полифенолоксидаза и пероксидаза. Изменение активности каталазы измеряли газометрическим методом (метод А.Ш. Галстяна, 1978). Исследования ферментативной активности уреазы проводили по методу А.Ш. Галстяна (1965), заключающемуся в измерении количества аммиака, образующегося при гидролизе мочевины, связыванием его в окрашенные комплексы с реактивом Несслера. Активность полифенолоксидазы (ПФО) и пероксидазы (ПО) определяли по методу Л.А. Карягиной и Н.А. Михайловой (1986). Метод основан на измерении скорости окисления гидрохинона кислородом воздуха по интенсивности окраски образующегося хинона.

Для большинства изученных почвенных разрезов, как естественных, так и антропогенно-преобразованных почв, наиболее высокая активность исследуемых ферментов отмечена в верхних горизонтах, что связано с повышенным содержанием в них гумуса, поступлением свежего органического вещества и интенсивным протеканием процессов трансформации органических соединений. Сравнивая распределение активности ферментов 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 Ad и снижение в средней и нижней части профиля), то в антропогенно-преобразованных почвах такой четкой закономерности не наблюдается.

Отношение активности ПФО к ПО является условным коэффициентом гумификации и, в определенной мере, может характеризовать направленность процесса гумусообразования (Возняковская и др.,

1990). Коэффициент гумификации в верхней насыпной части урбостратоземов выше единицы, что свидетельствует о преобладании реакций окисления полифенолов в хиноны в присутствии свободного кислорода воздуха. В почвах лесопарковых массивов города в гумусовых горизонтах  $K_{гум} < 1$ , то есть доминируют процессы распада органического вещества. Это обусловлено значительным поступлением опада на поверхность почвы и его интенсивным разложением. Содержание органического вещества здесь может достигать 8 %, что значительно выше, чем в черноземах под степной растительностью и в пахотных аналогах.

#### Литература

1. Агаркова М.Г., Строганова М.Н., Скворцова И.Н. Биологическая активность почв арбанизированных территорий // Вестник Москв. Ун-та, серия 17, Почвоведение, 1994, № 1. С. 45–49.

2. Возняковская Ю.М., Попова Ж.П., Курдюков Ю.Ф. и др. Микробиологические аспекты эффективного плодородия почвы в условиях Юго-Востока/ Почвоведение. 1990. – № 7. – С. 167–174

3. Галстян А.Ш. Ферментативная активность почв Армении. Вып.8.Ереван, 1974. С. 12–13.

4. Карягина Л.А., Михайлова Н.А. Определение активности полифенолоксидазы и пероксидазы // Вестник АН БССР. Серия с.-х. наук. 1986. № 2. С. 40–41.

Исследование выполнено в рамках проекта № 213.01-2015/002ВГ базовой части внутреннего гранта ЮФУ.

Работа выполнена под руководством в.н.с., к.б.н. Горбова С.Н. и профессора кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ЮФУ д.б.н. Безугловой О.С.

ФИТОРЕМЕДИАЦИЯ ТЕРРИТОРИЙ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ  
МЕТАЛЛАМИ, В РАЙОНЕ КОСТОМУКШСКОГО  
ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯЕ.В. Дубина-Чехович<sup>1</sup>, О.Н. Бахмет<sup>2</sup><sup>1</sup>ФГБНУ «Карельская ГСХОС», d-chehovich@yandex.ru<sup>2</sup>Институт леса КарНЦ РАН

Одной из актуальных проблем антропогенных ландшафтов является оценка уровня их загрязнения тяжелыми металлами и выбор методов санации. В последние годы все более широкое признание получает метод фиторемедиации, под которым обычно подразумевают вынос тяжелых металлов посредством их накопления в растительном организме, поскольку другие способы очистки малоэффективны. Растения способны очищать почву на глубину роста своих корней. Деревья и кустарники очищают почву на большую глубину, чем травянистые растения. Основное достоинство фиторемедиации – ее низкая стоимость, а недостаток – большая продолжительность. В 2014 году на участке площадью 4 га, находящемся в 200 м от Костомукшского горно-обогачительного комбината, создана плантация ивы *Salix Schwerinii* с целью фиторемедиации территории, нарушенной при добыче и обогащении железной руды. Пустую породу разровняли бульдозером, после чего засыпали торфом, добытым в этом же районе, и внесли двойной суперфосфат. В этот же период для сравнения показателей роста и развития растений, а также химической характеристики почвы была заложена плантация ивы на другом участке площадью 5 га, на которую удобрения не вносили. Исследование агрохимических показателей субстратов опытного поля проводили на глубину до 20 см послойно трижды в течение вегетационного периода 2014 года. В мае провели оценку агрохимических показателей субстрата до внесения суперфосфата и посадки ивы. Субстрат имел реакцию среды близкую к нейтральной и высокую обеспеченность органическим веществом, подвижными соединениями калия, содержание подвижного фосфора было средним, азота – низким. После внесения суперфосфата и посадки ивы в июле реакция почвенного раствора, а также остальные почвенные показатели практически остались на прежнем уровне, лишь возросло содержание подвижных соединений фосфора. В конце вегетационного периода (сентябрь) изменений агрохимических показателей не выявлено, все они находятся в пределах ошибки опыта, т.к. субстрат на опытном поле характеризуется высокой неоднородностью химического состава. Отмечено лишь увеличение подвиж-

ных соединений фосфора в связи с внесением суперфосфата. Определение общего содержания тяжелых металлов в субстратах опытного поля до внесения суперфосфата и посадки растений свидетельствует о низком уровне накопления большинства из них, а именно на уровне средних данных по Карелии и ниже ПДК. Высокое накопление характерно для марганца и железа. Внесение суперфосфата не привело к повышению концентрации тяжелых металлов в почве, о чем свидетельствуют данные, полученные при химическом анализе образцов субстрата. В конце вегетационного периода в результате отбора образцов и определения общего содержания тяжелых металлов, отмечено снижение содержания лития и кобальта, в 2–3 раза – свинца, в 2 раза меди, никеля, цинка, железа и в 3–3.5 раза – хрома и марганца. Содержание кадмия осталось на прежнем уровне. Распределение металлов в различных органах ивы было следующим: наибольшее количество лития и меди накапливается в коре и корнях, кадмия – в коре и флоэме, свинца – в корнях и стеблях, железа, кобальта и никеля – в листьях и корнях, хрома – в корнях, цинк концентрируют корни и флоэма, марганец – листья и кора. Для различных металлов выявлены величины наибольшего накопления в различных органах ивы: литий, свинец, кобальт, никель, медь, хром, железо накапливаются в корнях, а кадмий в коре. Высокие концентрации кобальта и марганца выявлены в листьях, а меди и цинка в коре. Проведенные исследования в условиях Северо-Запада России на техногенных землях показали, что при сравнительно низком уровне загрязнения субстратов тяжелыми металлами ива накапливала их в своих органах, даже несмотря на короткий период выращивания. Ива *Salix Schwerinii* может служить хорошим индикатором и фиторемедиантом загрязненных почв.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф., зав. лабораторией лесного почвоведения ИЛ КарНЦ Н.Г. Федорец.



СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО  
СОСТОЯНИЯ ГЛИНИСТОЙ И ПЕСЧАНОЙ ПОЧВ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ПРИ ОДНОТИПНОМ  
АНТРОПОГЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

М.К. Захарова

Санкт-Петербургский государственный университет,  
123masha123@mail.ru

Интенсивная и разносторонняя деятельность человека в крупных городах часто приводит к необратимому изменению окружающей природной среды. Изменения претерпевают рельеф и растительность; климатические характеристики становятся аazonальными, формируя специфический тип городского микроклимата; увеличивается площадь застройки и растёт площадь искусственных покрытий; уничтожается или значительно трансформируется почвенный покров, что в результате приводит к формированию специфических почв и почвоподобных тел.

Оценка состояния почв имеет важнейшее значение для определения экологического состояния городских территорий. Кроме того, возможно негативное воздействие загрязнённых почв на здоровье человека.

Для оценки экологического состояния почв Санкт-Петербурга нами были выбраны критерии разработанные группой авторов – Смагиным А.В, Азовцевой Н.А, Смагиной М.В. и другими. Авторы предлагают такие показатели как: гранулометрический состав, мощность гумусированного слоя, плотность сложения, степень насыщенности почвы влагой, температура для верхнего (0–20 см) слоя, электропроводность порового раствора, степень кислотности, дыхание почвы в стандартизированных условиях. Нами были выбраны некоторые из них (гранулометрический состав, рыхлость почвы, мощность гумусового горизонта, электропроводность почвенной суспензии, степень кислотности, базальное дыхание) а также добавлены такие показатели как содержание антропогенных включений и содержание тяжелых металлов.

В качестве объектов исследования были выбраны почвы Невского района (почвы тяжёлого гранулометрического состава) и Выборгского района (почвы лёгкого гранулометрического состава) Санкт-Петербурга. В каждом районе было заложено по два опорных разреза. Один из них находился на территории, прилегающей к автостраде, испытывающей высокую транспортную нагрузку, второй – на территории парковой зоны.

Проведённые исследования показали, что почвы газонов вдоль автодорог имеют привнесённый маломощный гумусовый горизонт, залегающий на подстилающей толще. Почвы парков имеют подсыпку гумусового материала, но под ней сохранён профиль природной почвы.

На основании показателей физических и физико-химических свойств почвы было определено, что почвы вдоль автострад значительно отличаются от почв парковой зоны по следующим критериям: реакция среды, наличие признаков засоления, недостаточная мощность гумусового горизонта, низкие показатели почвенного дыхания.

Наиболее благоприятная ситуация по показателю тяжелых металлов складывается в почве парковой зоны (почва легкого гранулометрического состава). Здесь отсутствуют превышения ПДК по всем исследованным тяжелым металлам. Самая неблагоприятная ситуация складывается в почве вдоль автодороги (почва лёгкого гранулометрического состава). Здесь концентрация свинца почти в 6 раз превышает предельно допустимые значения.

По суммарным показателям экологического состояния наиболее неблагоприятной является почва тяжелого гранулометрического состава газона, расположенного вдоль автодороги. Наиболее благоприятным по сумме экологических характеристик является профиль парковой почвы тяжелого гранулометрического состава.

Работа рекомендована к.б.н. Е.Ю. Сухачёвой.

УДК 631.48

## АНТРОПОГЕННОЕ ЗАСОЛЕНИЕ ПОЧВ В ЗАПАДНОМ ОКРУГЕ МОСКВЫ

Н.Ю. Кислякова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
natasha.kislyackova@yandex.ru

Одной из экологических проблем в северных городах является накопление легкорастворимых солей в зимний период, вызванное внесением противогололедных реагентов (ПГР). Засоление городских почв снижает почвенное плодородие и таким образом вредит зеленым насаждениям, приводя к их повреждению и гибели. В засоленных почвах возрастает подвижность ряда загрязнителей, в частности, ПАУ и тяжелых металлов, что способствует их миграции в сопредельные среды.

Цель работы – исследовать накопление легкорастворимых солей за холодный период года в придорожных почвах и во дворах жилых

домов с парковками автотранспорта. В основу работы положены результаты почвенно-геохимических исследований в Западном административном округе (ЗАО) Москвы весной 2015 г. Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

– определение основных свойств почв, включая состав водной вытяжки, pH, TDS и др.;

– выявление закономерностей антропогенного засоления почв в зависимости от интенсивности движения автотранспорта;

Результаты и их обсуждение. Реакция среды почв ЗАО нейтральная и слабощелочная (pH 6.5–8.0), тогда как в фоновых почвах она остается слабокислой (6.3). Подщелачивание почв в черте города связано с поступлением большого количества карбонатной пыли и ПГР. Наибольшее подщелачивание выявлено на крупных дорогах и во дворах, где наблюдается скопление машин. Наиболее высокая минерализация водной вытяжки, выраженная в единицах TDS (224.8–261.6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), обнаружена в почвах вблизи МКАД и крупных дорог, что связано с повышенной транспортной нагрузкой и большими нормами внесения ПГР. На участках, прилегающих к средним дорогам, и во дворах TDS снижается в среднем до 212.5 и 174  $\mu\text{S}/\text{cm}$  соответственно.

Состав водной вытяжки из фоновых почв характеризуется преобладанием катиона  $\text{Ca}^{2+}$  и анионов  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{NO}_3^-$ . В ЗАО Москвы максимальная аккумуляция в поверхностном слое почв характерна для катионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{Ca}^{2+}$ , среди анионов доминируют  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  и  $\text{NO}_3^-$ . По сравнению с фоном состав водной вытяжки в городе отличается многократным увеличением содержания  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$ , связанным с внесением ПГР, представленных технической поваренной солью. Интенсивность накопления ионов в городских почвах относительно фона характеризуют коэффициенты концентрации  $K_c$  с максимальными значениями  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$  вблизи крупных и средних дорог ( $K_{c\text{Na}}=10.6$  и  $9.1$ ;  $K_{c\text{Cl}}=3.0$  и  $2.8$  соответственно). Дворы отличаются меньшими концентрациями этих ионов, превышающими фон в 6.8 и 1.9 раза. Высокое содержание  $\text{NO}_3^-$  связано с внесением смеси из почвы и торфа, а  $\text{HCO}_3^-$  – с выпадениями карбонатной строительной пыли. 88.5 % проб городских почв относятся к слабой категории засоления (сумма солей 0.13–0.14 %), лишь в одном образце засоление отсутствует. Наибольшая сумма солей характерна для крупных дорог – 0.19 %, что больше фона почти в 4 раза. Из 10 проб, приуроченных к крупным дорогам, две имеют среднюю степень засоления (сумма солей 0.20–0.23 %). Сравнение полученных величин с аналогичными данными по Восточному округу Москвы за 2010 г. показало существенно меньший уровень засоления почв в ЗАО, что, скорее

всего, вызвано рядом аномально теплых зим за последние годы, когда соли использовались сравнительно редко.

Работа рекомендована в.н.с. каф. геохимии ландшафтов и географии почв географического факультета МГУ, д.г.н. Н.Е. Кошелевой.

## ЗАПЕЧАТЫВАНИЕ ПОЧВЫ – ПРОБЛЕМА СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДОВ

Якуб Костецки, Андрей Греинерт  
Польша, Зелена-Гура, Зеленогурский университет,  
j.kostecki@iis.uz.zgora.pl

### Ведение

Быстрый рост числа жителей в настоящее время вызывает необходимость расширения городов и уплотнения зданий. Рост количества односемейных домов приводит к развитию промышленного присутствия в районах, прежде занятых природными ландшафтами, и часто является неконтролируемым (*urban sprawl*). Кроме того, это означает необходимость выделения отдельных площадей для производства, сервисных центров, дорог, тротуаров и линий электропередачи.

Почвы в городских районах отличаются значительной степенью механического преобразования, которая может влиять на их физические, химические и биологические свойства [Греинерт, 2013]. Одной из главных форм механической деградации является запечатывание городских почв. Оно означает покрытие почвы непроницаемым материалом или материалом с низкой проницаемостью (например, асфальт или бетон). Такой слой значительно уменьшает проникновение дождевой воды в почвенный профиль и мешает свободному газообмену между почвой и атмосферой. Эти явления сегодня рассматриваются как одни из наиболее опасных для устойчивого городского развития [Гутры-Корыцка и др. 2005].

В статье представлен анализ состояния отдельных районов с доминированием односемейных и многосемейных домов в столичном районе города Зелена-Гура.

### Расположение объекта испытаний

Зелена-Гура находится в западной Польше, 51°56'23" с.ш. 15°30'18" в.д. Население города составляет 138.5 тыс. жителей. Площадь города 277 км<sup>2</sup>. Плотность населения – 498 жителей/км<sup>2</sup> [ГУС, 2015].

Геологическое строение Зелена-Гуры и её районов не является гомогенным. Можно наблюдать изменчивость, которая вызвана как при-

родными, так и антропогенными факторами (последние в основном связаны с процессом урбанизации). Площадь Зелена-Гуры в основном покрыта песчаными ледниковыми отложениями разного гранулометрического состава, в некоторых местах в городе можно также встретить илы и глины моренового происхождения, а также органический материал [Врубел, 1989]. Годовая сумма осадков в городе составляет 591 мм, со штормами в июле. Количество дней с осадками в среднем 175.1 дней в году.

#### Методология исследования

В исследование был включен район, в котором доминируют многоквартирные дома, (Померании и Силезии) и район, в котором доминируют многоквартирные дома (Енджихув, Хынув). Также был проведен анализ картографических (в том числе аэрофотоснимков) с 1964 по 2008 год. Проведены полевые и лабораторные анализы почв из группы *Ekranic Technosols* [ФАО, 2015] в указанных районах.

#### Обсуждение результатов и выводы

В случае многоквартирного жилья можно наблюдать прирост запечатанности почвы на 15 % и приблизительно на 10 % в случае многоквартирного жилья (табл.). В близлежащих к многоквартирному жилью районах степень облесения увеличилась примерно на 10 %, а в близлежащих к многоквартирному жилью – только приблизительно на 2 %. В Енджихуве и Хынуве значительно большие площади, по сравнению с районами Померании и Силезии, заняты под общественные здания. В районе многоквартирного жилья значительно увеличилось количество парковочных мест. Были установлены типичные черты строения почвенных профилей под дорогами, тротуарами и автостоянками. Под поверхностью твердого материала были найдены слои материала дорожного полотна (*human-transported-material*), а на дне профиля – породы различного происхождения и степени трансформации (Греинерт 2003, 2015).

Запечатанность почвы является наиболее интенсивным и в основном необратимым видом захвата земли [СВД(2012) 101 финал/2]. Такие почвы характеризуются, в частности, нарушением водного режима (тип осадков–удерживания), уменьшением содержания органического вещества, повышением pH, снижением проницаемости для воды и газов. Наличие запечатанных поверхностей в значительной степени влияет также на увеличение температуры воздуха (острова тепла). Для Зелена-Гуры эти данные подтверждают ранее сделанные анализы [Греинерт 2003, 2013, Греинерт и др. 2013].

С точки зрения баланса городской среды наименее опасным является создание больших многоквартирных домов, где при высокой

плотности населения, сохраняются значительные открытые пространства, занятые растительным покровом. Такие поверхности могут принимать дополнительные количества дождевой воды и частично их сохранять. Аналогичные наблюдения показала Европейская комиссия [СВД(2012) 101 финал/2].

Таблица. Результаты анализа запечатанности городских почв в Зелена-Гуре.

Тип использования	Корпус Поморское и Силезское, область %		Корпус Енджихув, область %		Корпус Хынув, область %	
	1964	2008	1964	2008	1964	2008
Жилые здания	0.25	4.13	2.30	5.97	0.9	6.9
Промышленные здания	–	0.19	–	0.05	–	0.4
Дополнительные постройки	–	0.31	–	0.28	0.9	0.3
Общественные здания	–	0.94	–	0.17	–	0.16
Асфальтовые дороги	0.63	4.13	0.59	3.86	0.59	3.86
Бетонные тротуары (запечатанность 80 %)	–	2.32	–	2.86	–	–
Асфальтовые тротуары (запечатанность 100 %)	–	0.6	–	0.25	–	1.99
Автостоянки	–	2.63	–	0.03	–	0.21
Спортивные объекты	–	0.50	–	14.21	–	0.03
Лесные области (не запечатанное)	48	58	45	47.5	52	54
Другие не запечатанные области	51.12	26.25	52.11	24.82	45.61	32.15
Запечатанные области – всего	0.88	15.36	2.89	13.47	2.39	13.85
Не запечатанные области – всего	99.12	84.23	97.11	86.53	97.61	86.15

#### Литература

1. Врубел И., 1989. Грунтовые воды Средней Одры и проблемы их охраны.. Издательский дом Зеленогурского университета. Зелена-Гура, с. 208 (на польском языке).

2. Греинерт А., 2003. Исследования почвы урбанизированной области Зелена-Гуры. Издательский дом Зеленогурского университета. Зелена-Гура, с. 167 (на польском языке).

3. Греинерт А., 2013. Technogenic soils in Zielona Góra. (ред.) П. Хажыньски, М. Маркевич, М. Съвитонияк: Technogenic soils atlas. Торунь, Польша, Polish Society of Soil Science, 2013, с. 141–167.
4. Греинерт А., 2015. The heterogeneity of urban soils in the light of their properties. J. Soils Sediments, 15, 1725–1737.
5. Греинерт А., Фрузиньска Р., Костецки Я., Urban soils in Zielona Góra. (ред.) П. Хажыньски, М. Маркевич, М. Съвитонияк: Technogenic soils atlas. Торунь, Польша, Polish Society of Soil Science, 2013, с. 31–54.
6. ГУС 2015, Площадь и население в разделе территориальный 2015 г. Центральное статистическое бюро. Варшава 2015 (на польском языке).
7. Гутры-Корыцка М., Зегар Т., Островски В. The conversion of rural land use to urban sprawl. (ред.) М. Гутры-Корыцка: Urban Sprawl: Warsaw Agglomeration Case Study, Варшава, Издательский дом Варшавского университета, 2005, с. 53–82.
8. ФАО 2015: World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy
9. СВД(2012) 101 финал/2 Guidelines on best practice to limit, mitigate or compensate soil sealing. Брюссель, Бельгия, 2012, с. 65.

УДК 631.439

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОЧВЕННОЙ ЭМИССИИ  
УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В АГРО- И УРБЭКОСИСТЕМАХ В  
УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ**

И.М. Мазиров, Б.Н. Боротов, М.М. Визирская, А.С. Щепелева, П.К.

Глушков

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва

imazirov@gmail.com

Дыхание почвы – это один из преобладающих наземных потоков  $\text{CO}_2$ . Оно включает в себя два основных компонента потока: автотрофное дыхание корневых систем и корневых остатков организмов и гетеротрофное дыхание свободно живущих почвенных микроорганизмов.

Целью нашего исследования состоит в оценке эмиссии  $\text{CO}_2$  на полях озимой пшеницы и картофеля с различными вариантами обработки почв в типичной агроэкосистеме Московского региона с окультуренными дерново-подзолистыми почвами.

Исследования проводили на полях опыта точного земледелия полевой опытной станции РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, для которой характерны почвенные геоморфологические условия, типичные для ландшафтов центральной части Нечерноземной зоны России. Апробационные исследования проводили в течение восьми месяцев, с 10 января по 21 августа 2015 г. посредством прямого измерения потоков на приборе Li-COR LI-820. Измерения проводились 1 раз в 10 дней.

Полученные данные обрабатывались в программах SoilFluxPro и MicrosoftExcel.

Полученные данные по эмиссии CO<sub>2</sub> почвами исследуемых объектов выявили значительные сезонные изменения потоков CO<sub>2</sub> из почв.

Сравнивая полученные данные по полю озимой пшеницы с отвальной и нулевой обработкой можно сказать, что эмиссия идет интенсивнее на варианте с нулевой обработкой в среднем на 8.17 %. Это сопоставимо с данными 2012 г. – 7 % [6]. Однако, можно наблюдать резкий всплеск активности в середине мая в варианте озимой пшеницы с нулевой обработкой. Возможно, интенсивное повышение температуры и сохранение почвенной влаги дало такой результат.

По результатам проведенных исследований, можно сказать, что в 2015 г. культура в качестве определяющего фактора величины эмиссии углекислого газа себя проявила меньше, чем в 2012 г. Разница между озимой пшеницей и картофелем составила всего 27.9 %. Влияние погодных условий оказалось более действенным в 2015 году по отношению к 2012 году, чем разница в проективном покрытии, биомассе побегов, корневой биомассе. Однако, помимо метеорологических условий, заметную реакцию дала обработка поля картофеля десикантом, что привело к росту эмиссии после её снижения из-за внешних метеорологических условий.

Влияние обработки почвы соответствует нашим предыдущим результатам. Так, разница между почвенными потоками углекислого газа в разных вариантах обработки в пределах одной культуры составила от 4.5 до 8.2 %. Эти данные сопоставимы с исследованием 2012 г. (оба варианта культуры показали разницу в среднем 7 %). Гипотеза, выдвинутая в 2012 г., подтвердилась – обработка почвы напрямую влияет на процессы эмиссии углекислого газа, и интенсивность эмиссии больше в варианте с минимальной или нулевой технологией. Это можно объяснить ненарушенностью почвенной биоты – она способна перерабатывать больше почвенного углерода и эмитировать его в виде углекислого газа.

Проведенные исследования выполнялись в рамках грантов РФФИ № 14-05-31370 и 14-04-31992.

Работа рекомендована д.б.н., проф., зав. кафедрой экологии И.И. Васенёвым.



ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И ТОКСИЧНОСТИ  
ПОЧВ И ТЕХНОГЕННЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ  
УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Н.В. Митракова, Ю.В. Беломорская

Пермский государственный национальный исследовательский  
университет, г. Пермь, mitrakovanatalya@mail.ru

В почвенном покрове природно-техногенных ландшафтов широко представлены деградированные почвы и почвоподобные образования, свойства которых существенно отличаются от природных почв. Без учета их состояния и экологических функций невозможна оптимизация окружающей среды. Живые организмы интегрально реагируют на почвенную среду обитания, при оценке биологической активности и токсичности почв наиболее полную картину обеспечивает тестирование с использованием высших растений.

При оценке экологического состояния почв в качестве тест-контроля предложено использовать высоту, массу, редокс-активность кресс-салата, выращенного на вермикулите с питательным раствором. В ранее проведенных нами исследованиях установлено, что кресс-салат *Lepidium sativum*, выращенный на дерново-подзолистой почве, имел пониженную высоту и массу на 60–65 % по сравнению с тест-контролем. На черноземе глинисто-иллювиальном высота растений оказалась понижена на 30 %, а масса – на 40 %. Тест-культура показала положительную реакцию на количество гумуса, емкость поглощения, сумму оснований и содержание подвижных фосфатов и калия, отрицательную реакцию – на актуальную и обменную кислотность почв. Была обоснована отрицательная реакция кресс-салата на токсичность почв, загрязненных тяжелыми металлами. Установлен порог токсичности для подвижности свинца и кадмия, при котором обнаружено угнетение растений. Следует подчеркнуть, что весьма информативной оказалась редокс-активность растительных экстрактов, которая достоверно повышалась при загрязнении почв тяжелыми металлами и солями, а также в кислой и щелочной почвенной среде.

Цель исследования – оценить биологическую активность и токсичность поверхностных слоев урбаноземов и техногенных поверхностных образований (ТПО).

Объектами исследования являлись урбаноземы и техногенные поверхностные образования (30 разновидностей) многоэтажного района г. Перми.

В урбаноземах и ТПО района многоэтажной застройки значительно варьировало содержание органического углерода (1.9–27.3 %), присутствовали карбонаты (0.3–1.5 %), Реакция почвенного раствора находилась преимущественно в нейтральном – слабощелочном интервале; исключением были «свежие» торфокомпостные слои реплантоземов, имеющие кислую реакцию почвенного раствора. Емкость поглощения составляла от 11 до 88 мг-экв/100 г почвы; отмечена хорошая обеспеченность питательными веществами. В поверхностных горизонтах (слоях) городских почв и ТПО подвижность кадмия и свинца не превышала порог ранее установленной токсичности для загрязненных почв.

Кресс-салат, выращенный на 32 % почвенных проб с территории многоэтажного района, имел пониженную высоту, а на 46 % проб – пониженную массу, что отражает менее благоприятные условия произрастания по сравнению с тест-контролем. На растения негативно повлияла кислая реакция торфокомпостных слоев реплантоземов. В почвах города, по-видимому, и менее доступны питательные элементы. Весьма интересными оказались данные по редокс-активности, т.к. она была повышена в растениях неугнетенных по высоте и массе (43 % почв). Вероятно, этот показатель окислительного стресса растений, проявляется при накоплении в почвах токсичных веществ, не только тяжелых металлов, но и нефтепродуктов, антигололедных солей. Таким образом, проведенное биотестирование показало, что в районе многоэтажной застройки поверхностные слои урбаноземов и ТПО неоднородны по биологической активности и токсичности.

Работа рекомендована д.б.н., профессором О.З. Еремченко.

УДК 631.10

## СОДЕРЖАНИЕ НИКЕЛЯ В ЗЕРНЕ КУКУРУЗЫ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ

Ж.А. Овсянникова, В.Д. Сидоренко, Д.В. Божков, В.В. Носов  
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,  
Chepko-Zhanna@yandex.ru

В настоящее время проблема загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами становится все более актуальной. Одним из распространённых тяжёлых металлов является никель. Уровень содержания никеля в растениях колеблется от 0.1 до 3.7 мг/кг сухой массы. При повышенных концентрациях Ni подавляет различные физиологические процессы – поглощение и транспорт минеральных элементов, транспирацию, фотосинтез, и снижает активность ферментов. Физио-

логическая роль Ni, а также его токсичность определяют важность изучения его накопления в зерне кукурузы.

Исследования проведены совместно с Международным институтом питания растений в 2011–2014 гг. в Целинском районе Ростовской области, территория которого по природно-экономическому делению входит в южную зону обыкновенных черноземов.

Изучали среднеспелый гибрид зернового направления Фурио (ФАО 360-390). Схема опыта: 1. Контроль; 2. N30P40 до посева (средние дозы хозяйств); 3. N100P80K60 до посева + обработка семян Zn; 4. N18P80K60 до посева + обработка семян Zn; 5. N100K60 до посева + обработка семян Zn; 6. N100P80 до посева + обработка семян Zn. Общая площадь делянки – 67.2 м<sup>2</sup>, учетная – 42.0 м<sup>2</sup>, повторность опыта – четырехкратная. Предшественник во все годы – озимая пшеница. В качестве минеральных удобрений использовали аммиачную селитру, аммофос, калий хлористый и цинк сернокислый. Образцы растений отбирали согласно методике полевого опыта. Количество никеля определяли в солянокислом растворе сухой золы атомно-абсорбционным методом.

Содержание Ni в зерне кукурузы на контрольном варианте варьирует от 0.62 до 1.29 мг/кг в среднем за годы исследований, при внесении удобрений практически во всех вариантах опыта возрастает и колеблется в интервале от 0.56 до 1.62 мг/кг (рис.).

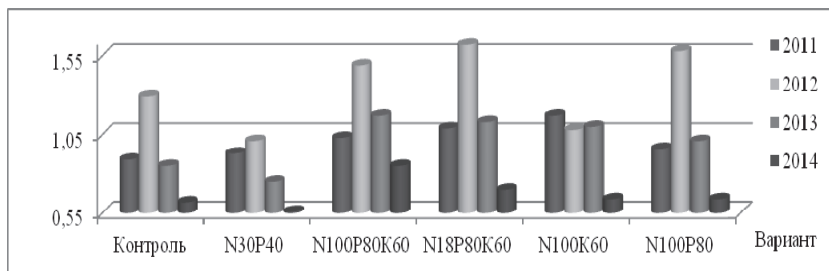


Рисунок. Содержание Ni в зерне кукурузы, мг/кг.

Однако, согласно полученным результатам, внесение азотно-фосфорных удобрений N30P40 (средние дозы хозяйств области) не привело к накоплению Ni в зерне кукурузы. Его содержание было на уровне контроля и даже ниже.

Увеличение доз минеральных удобрений привело к повышению количества Ni в зерне кукурузы. Так, внесение N100P80K60 увеличивает содержание Ni на 0.22 мг/кг, по сравнению с контролем в среднем за годы исследований.

Выявлены значительные различия в содержании Ni в зерне кукурузы по годам исследования: минимальное накопление отмечено в 2014 г., а максимальное – в 2012 г.

Работа выполнена при поддержке проектной части госзадания Министерства образования и науки Российской Федерации № 5.885.2014/К.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. О.А. Бирюковой.

УДК 631.41

## СТЕПЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ГОРОДА РОСТОВА-НА-ДОНУ ПОДВИЖНЫМИ ФОРМАМИ СВИНЦА И ЦИНКА

Г.А. Плахов, С.С. Тагивердиев, Д.А. Козырев  
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]. Ростов-на-Дону – город с широким спектром промышленных предприятий, которые оказывают влияние на загрязнение почв города подвижными формами тяжелых металлов, таких как Zn и Pb.

Для исследования степени загрязнения пробы отбирались из полупрофильных разрезов, заложенных в разных функциональных зонах города, и представлены черноземами под древесной растительностью (1402), под степной растительностью (1406) и антропогенно-преобразованной почвой – урбостратоземом (1401). Подвижные формы металлов извлекали аммиачно-ацетатным буфером (рН=4.8) при соотношении почва:раствор 1:10, с последующим определением на атомно-абсорбционном спектрометре МГА-915. Полученные данные представлены на графиках (рис.).

Результаты свидетельствуют, что распределение тяжелых металлов по профилю весьма неоднородно. В профиле целинного чернозема пики, превышающие ПДК, приурочены к поверхностному горизонту и к зоне карбонатного барьера. Вторично выщелоченные черноземы лесопарковой зоны характеризуются повышенным содержанием именно в дерновом горизонте. В урбостратоземе картина распределения подвижных форм ТМ хаотична, что связано с наложением урбоседементогенеза на реликтовый процесс черноземообразования. Как следствие, зафиксировано два максимума подвижных форм цинка и свинца: в горизонтах

урбик, и в зоне высокого содержания  $\text{CaCO}_3$ , что свидетельствует о миграции подвижных форм тяжелых металлов по профилю, и участии карбонатов в их накоплении в карбонатном горизонте, превышающем уровень ПДК.

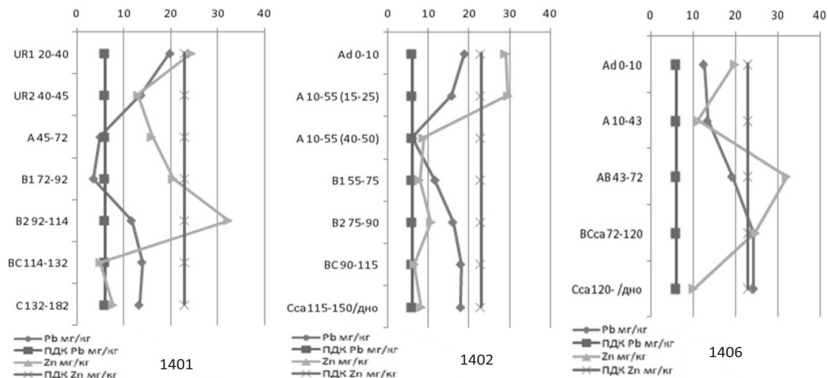


Рисунок. Распределение металлов в профиле почв.

Таким образом, в каждом из представленных разрезов присутствуют горизонты с превышенными, по сравнению с ПДК, концентрациями, что может свидетельствовать о загрязнении почв подвижными формами ТМ.

Исследование выполнено в рамках проекта № 213.01-2015/002ВГ базовой части 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. С.Н. Горбовым.

УДК 631.4

## ФОРМЫ ЖЕЛЕЗА В ТЕХНОГЕННЫХ ПОЧВАХ ОДРАБАШСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

И.А. Пронина

Томский государственный университет, ira-pro-29@mail.ru

Горнодобывающая промышленность сопровождается рядом негативных последствий, оказывающих влияние на все компоненты современных техногенных экосистем, в том числе, на почвенный покров. При добыче каменного угля и железных руд техногенным изменениям,

в том числе, слабообратимым, подвергаются тысячи гектаров некогда плодородных земель. В связи, с этим данное исследование, направленное на выявление почвенных процессов техногенно нарушенных экосистем, представляется важным и актуальным.

Цель работы – исследование свойств техногенных почв (эмбриоземов) Одрабашского железорудного месторождения, расположенного в Кемеровской области и их диагностика на основе изучения различных форм железа. Железо является типоморфным диагностическим элементом, всесторонне характеризующим не только процессы, происходящие в почвенном профиле, но и их интенсивность. Согласно субстантивно-генетической классификации, почвенный покров техногенных ландшафтов Одрабашского железорудного массива представлен тремя типами эмбриоземов: инициальным, дерновым, органо-аккумулятивным. Исследование форм железа в данных почвах приведено в сравнении с фоновой слабонарушенной горной бурой таежной почвой.

Картина профильного распределения форм железа в почвах техногенных ландшафтов значительно отличается от поведения железа в профиле фоновой почвы. Так, в изученных эмбриоземах содержание валового железа колеблется от 2.88 до 3.75 %, в то время, как в фоновых почвах этот показатель увеличен в три–четыре раза, что обусловлено относительной «молодостью» и слабой развитостью техногенных почв. Повышенное количество силикатного железа в эмбриоземе дерновом, сопоставимое с его содержанием в горной бурой таежной почве (60.8 и 57.0 % соответственно), указывает на некоторую степень развития дернового процесса в техногенной почве на территории отвала. Содержание аморфного железа в верхнем горизонте фоновой почвы (11.5 %) значительно ниже, чем в верхнем горизонте эмбриозема инициального (36.6 %). В отличие от горной бурой таежной почвы, где процентное содержание аморфного железа с глубиной становится меньше (11.4–5.6 %), что соответствует картине профильного распределения в фоновых почвах, в эмбриоземах оно колеблется в пределах от 36.6 % до 8 % от валового, что может являться следствием разной скорости выветривания силикатных железистых минералов. Кроме того, снижение содержания аморфного железа с глубиной в эмбриоземах инициальном и органо-аккумулятивном свидетельствует о том, что почвообразовательный процесс в указанных почвах постепенно приобретает признаки буроземообразовательного процесса.

Таким образом, распределение различных форм железа в эмбриоземах Одрабашского железорудного месторождения свидетельствует о том, что почвообразовательный процесс в дальнейшем может разви-

ваться в двух направлениях: дерновом и буроземообразовательном. Следовательно, можно предполагать, что эволюция техногенных почв на территории данного месторождения осуществляется тремя путями: эмбриозем инициальный → эмбриозем органо-аккумулятивный → эмбриозем органо-аккумулятивный буроземоподобный; эмбриозем инициальный → эмбриозем органо-аккумулятивный → эмбриозем дерновый; эмбриозем инициальный без дальнейшего перехода (развития).

Почвенно-экологическую ситуацию на данной территории следует признать неудовлетворительной, т.к. на исследованной территории ни в одном из изученных типов техногенных почв нет признаков перехода в гумусово-аккумулятивную стадию, что свидетельствует о низком уровне проградации данных почв и необходимости разработки программ по их рекультивации.

Работа рекомендована д. б. н., проф. В.П. Серединой.

УДК 631.46

## БИОГЕННАЯ ЭМИССИЯ (CO<sub>2</sub>) УРБАНОЗЕМА ГОРОДОВ МОСКВЫ И КУРСКА

С.В. Роговая, К.В. Иващенко

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения  
РАН, г. Пушкино, rogovaja7@mail.ru

Почвы города находятся в условиях интенсивной антропогенной нагрузки, влияющей и на функционирование их микробного компонента, который обеспечивает около 2/3 общей эмиссии CO<sub>2</sub> с поверхности почвы в атмосферу. Наша работа была нацелена на определение *in situ* общей биогенной эмиссии (CO<sub>2</sub>) городской почвы разных климатических подзон, в том числе и ее микробной составляющей, и *in lab test* – параметров функционирования почвенного микробного сообщества.

Исследовали урбанозем Москвы (55°50'07" с.ш. / 37°33'00.4" в.д., газон с деревьями близ автомобильной дороги) и Курска (51°39'17" с.ш. / 36°05'39" в.д., травяной покров, промзона близ «Курскрезинотехника»), сформированный на дерново-подзолистой почве и черноземе типичном соответственно. В первую (Курск) и последнюю (Москва) декады мая–июня–июля–августа 2015 г. в 5-ти пространственно удаленных точках каждой локализации (площадка 20x20 м) измеряли общую эмиссию CO<sub>2</sub> (ЭМ) с поверхности почвы (LI-820, растительность срезали), фиксировали температуру и влажность почвы (глубина 10 см). Измеряли и микробное дыхание (МД, образование CO<sub>2</sub> почвенными микроор-

ганизмами) урбанозема *in situ* методом субстрат-индуцированного дыхания (дополнительное обогащение почвы глюкозой). Для определения МД в почву на глубину 7.5 см врезали четыре «воротника-основания» (Ø 20 см), два из которых содержали ненарушенную (с корнями) почву, другие – нарушенную (просеянная, без корней). На поверхность почвы «воротников» приливали (равномерное и медленное промачивание) воду или раствор глюкозы (0.6 и 1.0 л для Москвы и Курска соответственно, 5 мг глюкозы г<sup>-1</sup>) и через 4 ч (установлено в предварительных экспериментах) измеряли поток СО<sub>2</sub>. На основании величин ЭМ ненарушенной и нарушенной почвы «воротников» с водой и таковых с раствором глюкозы рассчитывали МД, а затем рассчитывали его долю в общей ЭМ (%). В точках измерения отбирали образцы урбанозема (верхний 10 см минеральный слой, всего 40), в которых измеряли (*lab test*) содержание углерода микробной биомассы (С<sub>мик</sub>) и скорость базального дыхания (БД). До измерения С<sub>мик</sub> и БД почвенный образец предварительно инкубировали (масса ≤100 г, 22°C, 55 % полной влагоемкости, 7 сут., полиэтиленовый пакет с воздухообменом). Рассчитывали долю С<sub>мик</sub> в содержании органического углерода (С<sub>орг</sub>) почвы.

Величины С<sub>орг</sub> и рН<sub>W</sub> урбанозема Москвы и Курска составили 5.7 и 2.3 %, 7.5 и 7.4 соответственно. Общая ЭМ урбанозема Москвы за наблюдаемый период существенно варьировала (12.4–45.8 г СО<sub>2</sub> м<sup>-2</sup> сут<sup>-1</sup>) и в среднем она была в 2 раза выше таковой Курска (9.2–18.7 г СО<sub>2</sub> м<sup>-2</sup> сут<sup>-1</sup>). Значения С<sub>мик</sub> и БД урбанозема Москвы за наблюдаемый период составили 333–684 мкг СО<sub>2</sub> г<sup>-1</sup> и 0.29–0.69 мкг СО<sub>2</sub>-С г<sup>-1</sup> ч<sup>-1</sup> соответственно, Курска – 284–714 мкг СО<sub>2</sub> г<sup>-1</sup> и 0.43–0.80 мкг СО<sub>2</sub>-С г<sup>-1</sup> ч<sup>-1</sup> соответственно, причем величины этих параметров для двух локализаций в среднем значимо не различались. Показатели С<sub>мик</sub> урбанозема Москвы в разные месяцы наблюдения значимо не различались, однако скорость БД была в 1.8–2.4 раза выше в июле–августе, чем мае–июне. Наибольшие значения С<sub>мик</sub> и БД урбанозема Курска зафиксированы в августе. Отношение С<sub>мик</sub> / С<sub>орг</sub> урбанозема Москвы и Курска составило 0.9 и 1.9 % соответственно. Доля МД в общей ЭМ урбанозема Москвы варьировала слабо (41–45 %), а Курска – сильно (53–94 %). Отсюда, вклад дыхания корней в общее ЭМ урбанозема Москвы был в среднем выше, чем таковой Курска.

Таким образом, биогенная эмиссия СО<sub>2</sub> обогащенного органическим веществом урбанозема Москвы выше, чем Курска, а «качество» его органического вещества (С<sub>мик</sub> / С<sub>орг</sub>) свидетельствует об «ухудшении» функционирования микробного сообщества.

Работа рекомендована д.б.н., гл. науч. сотр. Н.Д. Ананьевой.



ВЛИЯНИЕ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В  
УРБАНИЗИРОВАННЫХ ПОЧВАХ НА ЭКОЛОГО-  
БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОДОВЫХ  
НАСАЖДЕНИЙ г. ОРЕНБУРГА

Т.А. Скворцова

Оренбургский Государственный Университет, г. Оренбург,  
atanya-92@mail.ru

В урбосреде важную барьерную роль на пути миграции тяжёлых металлов, кроме почвенного покрова, выполняют растения [7], поэтому поиск среди них видов, наиболее объективно отражающих степень загрязнения среды тяжёлыми металлами, – актуальная задача.

Наиболее характерными загрязнителями промышленных предприятий зоны Южного Урала являются пыль, оксиды азота, диоксид серы, взвешенные вещества, фториды, пестициды [4]. Почвы населенных пунктов и прилегающих к ним территорий Оренбургской области, согласно данным технического отчета [8], зачастую загрязнены свинцом, никелем, медью, цинком, кобальтом и другими ТМ. Нужно отметить, что наибольшей популярностью для озеленения городской среды пользуются плодовые насаждения, которые также испытывают влияние тяжёлых металлов, содержащихся в урбанизированных почвах. Плодами пользуются не только человек, но и животные, птицы. В этой связи растения, произрастающие в этих экологически неблагоприятных условиях, сами становятся опасными для живых организмов. [2] В Оренбургской области проводились исследования содержания тяжёлых металлов в системе «почва – плодовые насаждения»: А.М. Русанов, Д.М. Турлибекова (2011) исследовали содержание тяжёлых металлов в системе «почва – плоды шиповника» на территориях парков г. Орска Оренбургской области; Степанова М.А. (2013) проводила исследования аккумуляции тяжёлых металлов яблоней дикой в условиях г.Бузулука Оренбургской области. Анализируя вышеперечисленные исследования, можно отметить, что на всех изученных объектах, как в растениях, так и в почве обнаружена высокая концентрация свинца. На территории г. Оренбурга в озеленении также преимущественно используются плодовые насаждения. А.М. Русанов, Е.З. Савин, С.Э. Нигматьянова, М.М. Нигматьянов, М.А. Степанова (2010) исследовали содержание тяжёлых металлов в плодах яблони в городских условиях на примере г. Оренбурга и выявили, что все образцы яблони, включая контрольный вариант, накапливают в плодах Zn и Cu намного выше предельно допустимых концентраций.

Перспективой наших исследований является изучение особенностей накопления ТМ в плодах яблонь, произрастающих на улицах и в скверах города Оренбурга. В качестве первой локальной точки исследования выбраны насаждения яблони по проспекту Победы, между перекрёстками улиц Монтажников и Автоматики. Методом наблюдения установлено, что это место характеризуется повышенным потоком транспорта и расположением в определённой близости к промышленным предприятиям. Обнаружено, что в сквере, примыкающем непосредственно к проспекту Победы, на расстоянии 10–12 м от проезжей части дороги, произрастает дикая яблоня *M. baccota* var. *macrocarpa* Borkh). Высота насаждений 5–6 м, возраст 25–30 лет. Насаждения находятся в хорошем состоянии. Ежегодно отмечается урожай в пределах 15–20 кг/дерево. Плоды массой от 5–6 до 10–12 г имеют привлекательный вид с кисло-сладким вкусом. Собранные на объекте исследования образцы (плоды яблонь) переданы в лабораторию ВНИИМС для анализа на содержание в них подвижных форм следующих ТМ: Zn, Cu, Pb (учитывая показатели исследований других учёных, занимающихся этой проблемой в Оренбургской области, для определения выбраны именно эти ТМ). Результаты анализа помогут выявить особенности поглощения и аккумуляции ТМ плодами яблони в городских условиях.

Работа рекомендована д.б.н., проф., деканом ХБФ ОГУ А.М. Русановым.

УДК 631.41

## О ВОЗМОЖНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ УРБОСТРАТОЗЁМОВ ЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ ЮГА РОССИИ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ СОДЕРЖАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ

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

Южный Федеральный Университет Академия биологии и  
биотехнологии

им. Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону, pav.sc@yandex.ru

Развитие цивилизации оказывает на окружающую среду весьма разнообразное, интенсивное и меняющееся с течением времени воздействие. Радиальное увеличение площадей мегаполисов и их агломераций приводит к изменению функциональной и ландшафтно-экологической карт городов, что, в свою очередь, влечет за собой исчезновение естественных типов почв и формирование антропогенно-преобразованных почв (урбостратоземы) и квазиземов (реплантоземы и конструктороземы).

В связи с этим нередко остро стоит вопрос рекультивации земельных угодий, что предопределяет необходимость изучения морфологических, структурных, физико-химических свойств почв.

Цель исследования: определение содержания и специфики профильного распределения подвижного фосфора и обменного калия, как основных элементов питания, в почвах Ростовской агломерации. Для определения подвижных форм фосфора был использован колориметрический метод Мачигина (ГОСТ 26205-91), для обменного калия была применена потенциометрическая методика по ГОСТ 27753.6.

Таблица. Содержание подвижного фосфора и обменного калия.

Горизонт глубина, см	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	мг/кг	
Разрез № 1		
Ad 0–15	13.3	44.7
A 15–50	9.5	34.5
B1 50–65	9.1	46.8
B2 65–90	8.6	45.4
BC 90–110	8.3	45.6
Cca 110–150	8.9	39.6
Разрез № 2		
UR1 20–40	22.6	90.7
UR2 40–45	22.9	41.3
A погр. 45–72	11.4	33.6
B1 72–92	9.8	24.7
B2 92–114	12.1	38.6
BC 114–132	10.1	35.4
C 132–182	8.5	33.4
D 182–240	6.1	44.8
Разрез № 3		
UR1 15–25	3.7	172.3
UR2 25–43	28.3	137.7
UR3 43–68	25.7	120.3
B1 68–90	6.5	54.2
B2 90–125	8.3	49.9
BC 125–165	9.4	61.2
Cca 165–205	6.1	42.7
C 205–255	6.5	39.8

Исследования проводили в почвах разных функциональных зон Ростовской агломерации. В парково-рекреационной зоне исследовали чернозём обыкновенный карбонатный мощный высокогумусный (разрез № 1); в селитебной зоне – урбочернозем мощный экранированный (разрез № 2), в промышленной зоне – урбостратозем экранированный на погребенном черноземе нефтезагрязненный (хемозем, разрез № 3). Результаты исследований представлены в таблице.

Разрезы № 2 и 3 экранированы. Верхняя часть профиля разреза № 2 была скальпирована и заменена асфальтом и тырсой, мощность слоя порядка 20 см, что может приводить к изменениям в химическом составе почвенного профиля в целом. Обеспеченность калием и фосфором чернозема разреза № 1 оценивается как средняя и низкая соответственно, а распределение по профилю определяется их биогенным накоплением в верхней части профиля. Результаты определения изучаемых показателей в разрезах № 2 и 3 показали, что горизонты урбик характеризуются скачкообразным характером накопления этих элементов и нередко избыточно высоким содержанием фосфора. Распределение калия и фосфора в погребенных слоях сохраняет тенденцию, обнаруженную в разрезе № 1, и достаточно равномерно убывает вниз по профилю, что свидетельствует о сохранении этими слоями природного уровня плодородия.

Исследование выполнено в рамках проекта № 213.01-2015/002ВГ базовой части внутреннего гранта ЮФУ.

Работа выполнена под руководством профессора кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ЮФУ д.б.н. Безугловой О.С. и в.н.с., к.б.н. Горбова С.Н.

УДК 631.48

ПОЧВЫ ОБЩЕСТВЕННО-РЕКРЕАЦИОННОЙ ЗОНЫ  
МГУ им. М.В. ЛОМОНОСОВА НА ВОРОБЬЕВЫХ ГОРАХ

К.А. Смолина

Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова,  
ks.smolina93@yandex.ru

Городские почвы – важная часть экосистемы – в них замыкаются круговороты и депонируются загрязнители.

В данной работе оцениваются особенности почв, расположенных на участках с различной интенсивностью антропогенного воздействия в рамках территории МГУ, где возраст современного почвообразования составляет 60–70 лет.

Были определены свойства диагностические для городских почв такие как: содержание карбонатов, подвижного фосфора, растворимого калия, pH, содержание гумуса и рассчитан запас органического вещества в 30 см с учетом объемной массы почвенных горизонтов. Антропогенная нагрузка оценена по объему атмосферных выпадений и магнитной восприимчивости.

Пылевая нагрузка на территории природно-общественной зоны МГУ колеблется в зависимости от удаленности от автомагистралей и густоты зеленых насаждений, и превышает пылевые нагрузки известные для загородных территорий. На территории почвенного стационара с обилием растительности зафиксирована более слабая пылевая нагрузка (86 и 520 кг·км<sup>2</sup>/сут), чем вдоль оживленных автодорог (860 кг·км<sup>2</sup>/сут). Наличие в целом умеренной антропогенной нагрузки подтверждается незначительно повышенными  $(0.4-0.5) \cdot 10^{-3}$  СИ по сравнению с фоном  $(0.15-0.3) \cdot 10^{-3}$  СИ значениями магнитной восприимчивости верхних горизонтов почв.

На всей исследуемой территории почвообразующая порода представлена бескарбонатным горизонтом ТСН1 и ниже залегающим ТСН2 с большим количеством бытового и строительного мусора, вскипающим от HCl (10 %).

За 60 лет на бескарбонатных техногенных отложениях природно-общественной зоны МГУ за счет процессов образования и аккумуляции гумуса, оструктурирования и накопления карбонатов сформировались серогумусовые почвы с признаками урбопедогенеза с поверхностным диагностическим гумусово-аккумулятивным горизонтом АУ<sub>г</sub> и урбаноземы маломощные с горизонтом UR (урбик).

Содержание гумуса в не удобряемых компостными смесями горизонтах составляет 4–5 %, что меньше, чем в почвах Ботанического сада МГУ. В удобряемых горизонтах – 12–13 %. Значения плотности не превышают критических значений (менее 1.5 г/см<sup>3</sup>), но повышаются в техногенных горизонтах (до 1.4). Значения pH нейтральные, и чуть более высокие (7–8) – в техногенных горизонтах ТСН2; в поверхностных горизонтах накопились незначительные количества карбонатов (поступление с твердыми атмосферными выпадениями) в серогумусовых почвах (0.6–0.9 %) и до 3 % в урбаноземах; содержание подвижного фосфора и калия близко к фоновым дерново-подзолистым почвам, повышается в техногенном горизонте 2 (на глубине 20–50 см).

Формирование урбаноземов маломощных приурочено к открытым территориям, прилегающим к проезжей части улиц с высокой пылевой нагрузкой. Здесь заметно слоистое сложение поверхностных го-

ризонтов, существенное накопление карбонатов и растворимого калия. Образование серогумусовых почв приурочено к участкам, отгороженным от улиц древесной растительностью, которая задерживает атмосферную пыль.

Свойства обоих типов почв определяются свойствами техногенных отложений, особенностями и количеством аэральных выпадений, добавками торфокомпостных смесей и современными процессам гумусообразования.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Т.В. Прокофьевой.

УДК 631.425.3, 631.415.12

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВОПОДОБНЫХ ТЕЛ В ЗАМКНУТЫХ ДВОРАХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

О.С. Соколова, И.С. Антонова

Санкт-Петербургский государственный университет  
yaolga-ne@mail.ru, ulmaceae@mail.ru

Изучение почвоподобных тел (ПТ) в некоторых дворах Санкт-Петербурга проходило в рамках написания работы на тему озеленения замкнутых дворов (название – авторское; под замкнутыми подразумеваются дворы исторической части Санкт-Петербурга, которые по периметру окружены домами без просветов между зданиями. Наиболее яркий пример – дворы-колодцы). Целью являлось описание некоторых физических и химических характеристик ПТ, важных для жизни растений.

Общее состояние городских ПТ по литературным данным в целом представляются неблагоприятными для жизни растений (Горышина, 1991; Рысин, Рысин, 2012; Якубов, 2004; Прокофьева, 2003; Добровольский, 1997; Десслер, 1981; Лархер, 1978).

Пробоотбор осуществляли осенью 2014 года во дворах замкнутого типа в разных центральных районах. Для выявления особенностей ПТ в замкнутых дворах проведен ряд анализов, характеризующих физические и химические свойства почв.

Плотность сложения ПТ дворов была определена для 51 образца. Она варьирует довольно сильно – от 0.2 до 1.43 г/100 см<sup>3</sup>. Значение только одного образца превысило верхнюю границу переуплотнения (для суглинистых почв), хотя, согласно литературным данным, все показатели должны были переходить за 1.4 г/100 см<sup>3</sup>. Среди исследованных образцов только 2 соответствуют оптимальной плотности сложения для культурных растений (от 1 до 1.2 г/100 см<sup>3</sup>). Большая часть значе-

ний (41) характеризовали образцы как довольно рыхлые, они имели отметки меньше  $0.9 \text{ г/100 см}^3$ , которая является нижней границей показателей фона (дерново-подзолистых почв) (Добровольский, 1997). То есть по плотности сложения почвенные условия дворов Санкт-Петербурга в целом неблагоприятны для высших растений, но найденные показатели отличаются от указанных в литературе: для большинства исследованных образцов характерна взрыхлённость. Во многих случаях это обусловлено, внесением свежего, богатого органическим веществом грунта.

Значения плотности твёрдой фазы (для 52 образцов) варьируют от 1.45 до 2.74 г, почти все они лежат в пределах ожидаемых для города значений: 2–2.9 г/см<sup>3</sup> (Добровольский, 1997).

Порозность (или скважность) была определена для 52 проб. Все значения лежат выше 45 %, что характерно для почв, не подвергающихся уплотняющим факторам (Добровольский, 1997). Почвенный субстрат дворов Санкт-Петербурга характеризуются высокой порозностью, то есть благоприятными для растений почвенными воздушными и водными режимами.

Влажность завядания была найдена для 47 образцов, значения сильно варьируют: от 0.05 % до 2.85 %. Все значения лежат в пределах показателей для лёгких почв (1–3 %).

Одной из главных характеристик городских почв является показатель её кислотности. Из 64 образцов рН 57 проб варьирует в пределах от 6.2 до 8. В целом выборка представлена почвами, близкими к нейтральным и слабощелочным (средняя для выборки без крайних значений равна 7.2). По кислотности среда благоприятна для растений, большинство растений применяемых в озеленении предпочитают слабощелочные почвы (лучше поглощаются питательные элементы), и таких образцов больше: в пределах от 7 до 8 находится значения 34 проб.

Исследования некоторых параметров почв показали, что свойства субстрата в Санкт-Петербурге разнообразны. При этом большинство значений разных показателей характеризуют ПТ во дворах как благоприятные для высших растений. Это как расширяет возможности для озеленения видами не снимает необходимость проверки субстратов перед посадкой растений для лучшей подборки видов.

Работа рекомендована к.б.н., доцентом кафедры почвоведения и экологии почв Романовым О.В.

ОСОБЕННОСТИ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ  
УРБОЛАНДШАФТОВ ЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ  
НА ПРИМЕРЕ РОСТОВСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

С.С. Тагивердиев, Д.А. Козырев, Г.А. Плахов, М.В. Котик  
Южный Федеральный Университет, Ростов-на-Дону, 2s-t@mail.ru

Почвы города – это уникальные тела, созданные как почвообразовательными факторами, таки особой антропогенной составляющей, которая может коренным образом преобразовывать свойства почвенного покрова. Целью исследования являлось изучение изменений физических свойств почв в условиях урбопедогенеза юга России. Актуальность данной темы выражена в возможности сохранения плодородия почв, предотвращения их деградации как следствие поддержания экологического равновесия в такой искусственной экосистеме как город. Рассматривали такие показатели как: гранулометрический состав, структурное состояние и плотность сложения, поскольку они являются показателями трех уровней структурной организации почв и могут косвенно рассказать о сути процессов протекающих в почвах урбанизированных территорий.

Гранулометрический состав определяли методом пипетки по Качинскому с пиррофосфатом натрия, структурно-агрегатный состав – методом Савинова (сухое/мокрое просеивание), а плотность сложения – буровым методом.

В результате исследований гранулометрического состава зафиксировано появление фракций крупного и среднего песка, не характерных для черноземов, их сумма редко превышает 10 %, но в урбогоризонтах за счет генетической обособленности этот показатель может доходить до 50 %. Нужно отметить, что облегчение гранулометрического состава благоприятно влияет на рост и развитие растений, поэтому для конструкторземов черноземной зоны чаще всего этот показатель доводят до 30–35 %. В целом, наиболее консервативна по профилю иловатая фракция, а наиболее волатильны фракции песка и крупной пыли.

Структурное состояние – это противозерозионная основа черноземов, что делает исследования структуры важной составляющей для оценки экологии города. Результаты анализа структуры показали, что для районов города с интенсивным урбопедогенезом характерно высокое содержание глыбистой фракции (более 10 мм) это обосновывается в первую очередь чрезмерным уплотнением почвенной массы, особенно в увлажненном состоянии. Такое механическое разрушение агрегатов с образованием глыбистой фракции сопровождается неминуемым ухуд-



шением водопрочности, в результате чего фракция менее 0.25 мм, по итогам мокрого просеивания возрастает и может служить своеобразным индикатором механического воздействия на естественные генетические горизонты почв города черноземной зоны.

Плотность сложения – это свойство почв, говорящее о качестве физических условий для корневой системы растений, в первую очередь водно-воздушный баланс, поэтому для исследования отбирали верхние горизонты (Ad, A, AB, RAT) не экранированных, слабоурбанизированных почв. Результаты исследований показали слабое изменение относительно плотности сложения, из 19 изученных горизонтов только 2 имели завышенную плотность, из чего можно заключить: изменения носят разнонаправленный характер, потому что в условиях города сложный (мозаичный) почвенный покров. Антропогенные воздействия в условиях города локальны и зависят в большей степени от функциональной зоны города, или даже отдельного участка. Также можно добавить, что черноземы за счет своей биогенности имеют высокий потенциал к самовосстановлению.

Исследование выполнено в рамках проекта № 213.01-2015/002ВГ базовой части 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. С.Н. Горбовым.

УДК 574:630

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЕННЫХ ПОТОКОВ N<sub>2</sub>O И CO<sub>2</sub> В УСЛОВИЯХ ФОНОВЫХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ МОСКОВСКОГО МЕГАПОЛИСА

М.В. Тихонова, А.А. Авилова

ФГБОУ ВО «Российский Государственный Аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» г. Москва  
tikhonova112@mail.ru

В связи с экологической обстановкой в современном мире, большое внимание уделяется процессу изменения климата, вызванное потоками парниковых газов. К основным и наиболее опасным парниковым газам относится углекислый газ (CO<sub>2</sub>) в наибольшем количестве поступающий в атмосферу, и закись азота (N<sub>2</sub>O) с парниковой активностью, превышающей CO<sub>2</sub> в 310 раз.

В северном округе Москвы расположена Лесная опытная дача РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, на территории которой традиционно проводятся мониторинговые наблюдения за экологическим состоянием почвенного и древесно-растительного покрова.

Исследования проводились на ранее заложенной трансекте. Исследуемые участки 1 и 2 заложены на прямом слабопокатом коротком склоне моренного холма северо-восточной экспозиции: в средней – 2 ССВ, и в нижней части склона – 1 ПСВ. 3 ключевой участок расположен на выположенной вершине моренного холма – ВМХ. Участки 4 и 5 заложены на противоположном пологом склоне повышенной длины юго-западной экспозиции: в средней и нижней части склона слабоогнутой формы (СЮЗ и ПЮЗ). Общая длина изучаемой трансекты составляет 800 м. Ключевые участки имеют отличия не только по форме мезорельефа и по почвенному составу, но и по составу древостоя.

На протяжении трех лет проводились комплексные почвенно-экологические исследования. Измерение почвенных потоков эмиссии  $N_2O$  проводилось при помощи напочвенных экспозиционных камер. Потоки  $CO_2$  определялись при помощи фотосинтетического измерительного комплекса, оснащенного камерой для определения эмиссии  $CO_2$  газоанализатора Li-820. Параллельно анализу почвенных потоков определялись режимные характеристики почв (температура и влажность верхних почвенных горизонтов).

Проведенные исследования позволили оценить пространственно-временную динамику почвенных потоков оксида азота I и диоксида углерода, а также выявить зависимость от режимных характеристик.

Основными факторами пространственной дифференциации почвенных потоков  $N_2O$  являются форма мезорельефа, подтип почвы и обусловленные ими характер увлажнения. Средний коэффициент корреляции с влажностью составил 0.69. Почвенный покров на территории исследуемых участков (фоновый для северной части Москвы) является источником активного поступления  $N_2O$  в весенне-осенний период (с конца апреля по середину сентября), с локальным затуханием потоков в засушливый летний период. Максимальная эмиссия  $N_2O$  исследуемых дерново-подзолистых почв наблюдается в начале июня на выположенной вершине моренного холма (1.7–1.8 мг  $N_2O$  м<sup>2</sup> в день). Максимальный сток наблюдался на склоне северо-восточной экспозиции в феврале (–1.3 мг/м<sup>2</sup> в день).

Сопряженные исследования почвенных потоков  $CO_2$  позволили оценить удельный вклад закиси азота в суммарные потоки парниковых газов – с детализацией по основным элементам слабохолмистого релье-

фа и сезонам года. Был проведен перерасчет закиси азота на  $\text{CO}_2$  эквивалент, для расчета общего вклада газов в парниковый эффект ( $\text{CO}_2 + \text{N}_2\text{O}$ ).

В условиях 2013–2014 года вклад закиси азота составил 0.95 %, в 2014–2015 году вклад закиси азота был меньше и составил 0.64 %, что может быть связано с более засушливым периодом (табл. 1).

Таблица 1. Вклад закиси азота и углекислого газа в парниковый эффект.

Кл.уч.	Эмиссия $\text{CO}_2$ г/м <sup>2</sup> в день	Эмиссия $\text{N}_2\text{O}$ в пересчете на $\text{CO}_2$ г/м <sup>2</sup> в день	Сумм. вклад парниковых газов, г/м <sup>2</sup> в день	Вклад $\text{N}_2\text{O}$ в парниковый эффект, %
2013–2014 год				
ВМХ	47.49	0.51	47.99	1.06
ССВ	43.65	0.34	43.98	0.77
ПСВ	55.16	0.39	55.55	0.70
СЮЗ	49.11	0.47	49.58	0.95
ПЮЗ	32.22	0.41	32.62	1.26
Ср.	45.52	0.42	45.94	0.95
2014–2015 год				
ВМХ	40.56	0.46	41.02	1.12
ССВ	29.25	0.08	29.33	0.27
ПСВ	48.25	0.19	48.44	0.39
СЮЗ	46.91	0.36	47.27	0.76
ПЮЗ	39.41	0.26	39.67	0.65
Ср.	40.88	0.27	41.2	0.64

Примечание: эквивалент пересчета закиси азота на углекислый газ – 310.

Если рассматривать общий вклад закиси азота по сезонам (табл. 2), то максимальный вклад в общий парниковый эффект вносится в весенний период и составляет от 3.32 % (2014 г.) до 3.40 % (2013 г.). В зимний период, когда доминирующими являются стоки закиси азота, поступлений в атмосферу не происходит.

Устойчиво доминирующим парниковым газом (как по объему почвенных потоков, так и их влиянию на парниковый эффект) в условиях исследуемых фоновых экосистем Москвы, является  $\text{CO}_2$ .

Таблица 2. Вклад закиси азота и углекислого газа в парниковый эффект по сезонам.

Год	Сезон	Эмиссия CO <sub>2</sub> г/м <sup>2</sup> в день	Эмиссия N <sub>2</sub> O в пересчете на CO <sub>2</sub> г/м <sup>2</sup> в день	Сумм. вклад парниковых газов, г/м <sup>2</sup> в день	Вклад N <sub>2</sub> O в парниковый эффект, %
2013	Весна	12.78	0.45	13.23	3.40
	Лето	18.92	0.07	18.99	0.37
	Осень	11.80	0.05	11.85	0.42
	Зима	2.48	-0.14	2.34	-
2014	Весна	10.19	0.35	10.54	3.32
	Лето	12.84	0.12	12.96	0.92
	Осень	7.47	0.02	7.49	0.26
	Зима	1.81	-0.08	1.73	-
2015	Весна	10.72	0.31	11.03	2.81

Работа рекомендована д.б.н., проф., зав. кафедрой экологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева И.И. Васеневым.

УДК 631.4

## СТРУКТУРНЫЙ СОСТАВ ГОРОДСКИХ ПОЧВ И РЕАКЦИЯ ТЕСТ-КУЛЬТУРЫ

К.О. Чернышев

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, kennymccomrick@gmail.com

Городские почвы должны обеспечивать благоприятные условия для роста и развития растений, в том числе, связанные со структурным состоянием поверхностных горизонтов. В жилых районах городов на формирование структуры поверхностных слоев почв действуют климатические и биогенные факторы, а также разные виды деятельности человека, включая смену почво-грунтов при планировке поверхности и строительстве, уплотнение из-за вытаптывания, загрязнение механического и химического характера и др.

В ранее проведенных исследованиях экологическое состояние почв жилых районов г. Перми тестировали проростками кресс-салата, высота и масса которого коррелировали с агрохимическими и биохимическими свойствами. В этой оценке почв неучтенным фактором оказалось влияние на растения структурного и гранулометрического состава почв.

Цель исследования – оценить структурный и гранулометрический состав поверхностных слоев городских почв района многоэтажной застройки г. Перми. В биотестировании использованы проростки кресс-салата *Lepidium sativum*. В почвах определено содержание фракций структурных элементов методом сухого просеивания, гранулометрический состав – органолептическим методом. Связь между состоянием растений (высота и масса) и структурой почв установили методом корреляционного анализа.

Преобладающими видами структурных элементов в поверхностных слоях урбаноземов и реплантоземов были комковато-пылеватые структуры. Кроме того, встречались почвы с преобладанием зернистых элементов. Почвы супесчано-песчаного состава были бесструктурными. В среднем в почвах преобладали структурные элементы размером 10–3 мм и 3–1 мм; остальные фракции встречались приблизительно в равной степени. Малоценные пылеватые агрегаты размером менее 0.25 мм составляли около 17 % от веса всех фракций. Однако структура легких почв существенно отличалась от средних величин; в песчано-супесчаных урбаноземах и реплантоземах большую долю составляла фракция 1–0.5 мм, которая включала крупный песок.

Высота тест-культуры, выращенной на пробах почв, варьировала в средней степени, коэффициент вариации составлял около 15 %. Высота кресс-салата на пробе из песчаного бесструктурного урбанозема, была в 3 раза ниже, чем на пробе из урбанозема суглинистого, имеющего комковатую структуру. Средняя масса одного растения, выращенного на пробах урбаноземов и реплантоземов, варьировала значительно, коэффициент вариации около 24 %. Масса кресс-салата, выращенного на бесструктурном песчаном урбаноземе, была в несколько раз ниже, чем растений, выращенных на пробе легкосуглинистого комковатого реплантозема.

Корреляционный анализ показал, что высота растений не зависела от содержания фракций структурных элементов. На среднюю массу одного растения отрицательно влияла фракция 1–0.5 мм. Известно, что песчаная фракция гранулометрического состава крайне бедна питательными элементами. Содержание фракции структурных элементов размером 1–0.5 мм, отрицательно влияющей на массу тест-культуры, в поверхностных слоях урбаноземов и реплантоземов изменялось в высокой степени, коэффициент вариации составлял более 50 %. Некоторое положительное воздействие на среднюю массу одного растения оказали элементы размером 0.5–0.25 мм.

Работа рекомендована д.б.н., профессором О.З. Еремченко.



## Секция III

*Разнообразие почв России и их  
пространственно-временная  
динамика*

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЕННЫХ ПОТОКОВ  
ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) В ЕЛЬНИКАХ  
ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Д.Р. Алилов

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

**Введение.** Одной из основных проблем современной экологии является глобальные изменения климата и биоты. Проблемы изменения климата связывают с возрастающей эмиссией парниковых газов. Важную роль в регулировании потоков парниковых газов играют почвы, которые ответственны за 60–80 % эмиссии  $\text{CO}_2$  наземных экосистем.

Цель работы – проведение комплексных почвенно-экологических исследований с оценкой пространственно-временной изменчивости почвенных потоков парниковых газов в представительных для южнотаежных 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, ельник неморальный кислично-щитовниковый и ельник кислично-разнотравный старше 300 лет с дерново-слабоподзолистыми почвами.

**Методы исследования.** Мониторинговые измерения потоков парниковых газов осуществляются подекадно методом высокочастотных измерений *in situ* в напочвенных экспозиционных камерах, с сопутствующими измерениями влажности почвы, ее температуры, температуры воздуха и атмосферного давления. Также раз в 10 дней производится отбор проб воздуха в виалы (небольшие стеклянные или полипропиленовые пузырьки) с последующим их анализом на газовом хроматографе (определение концентрации  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ). Исследование почвенных образцов включает определение в них содержание гумуса (метод И.В. Тюрина), рН водный, содержание подвижных форм фосфора и калия, плотность сложения (весовой метод).

**Результаты и обсуждения.** В ходе многолетних исследований удалось установить, что доля почвенного дыхания в разные годы составляет от 20 до 67 % от всего дыхания экосистемы. Среди всех 7 лесных экосистем, включенных в сеть FluxNet, только ельник сфагново-черничный Центрально-Лесного заповедника является источником  $\text{CO}_2$  для атмосферы (т.е. выделение  $\text{CO}_2$  в процессе дыхания преобладает над его поглощением при фотосинтезе).



Заключение. Интенсивность почвенной эмиссии парниковых газов определяют: возраст, породный состав древостоя, характер напочвенного растительного покрова, мезорельеф и микрорельеф, влажность и температура почвы.

#### Литература

1. Валентини Р., Курбатова Ю.А., Васнев И.И. Информационно-методическое обеспечение регионального мониторинга парниковых газов // Доклады ТСХА, 2012, Вып. 284, Ч. 1, С. 212–215.

2. Пузаченко Ю. Г. и др. Центрально-Лесной государственный природный биосферный заповедник. – М.: Деловой мир, 2007. – 80 с.

3. Регуляторная роль почвы в функционировании таёжных экосистем / Отв. ред. Г. В. Добровольский. – М.: Наука, 2002. – 364 с.

Исследования проводились при поддержке гранта Правительства РФ 11.G34.31.0079.

Автор выражает благодарность Васневу И.И., Поветкину В.А., Комаровой Т.В., Романовой Н.В.

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

УДК 631.474

## ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЧУЙСКОЙ КОТЛОВИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

А.Н. Безбородова

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск,  
anna555\_83@mail.ru

Информация о почве – сложная система, включающая широкий набор количественных и качественных характеристик. Полноценная ее систематизация и использование для последующего решения различных задач возможны при организации информационных потоков в едином научно-информационном пространстве. Наличие множества данных, сложность восприятия, комплексность анализа и трудоемкость моделирования обусловили привлечение современных информационных технологий.

Геоинформационные системы (ГИС) обеспечивают возможность проводить детальное описание строения поверхности исследуемой территории, особенностей почвенного покрова, создать условия для объективного отображения пространственной вариации эрозионных, геохи-

мических и почвообразовательных процессов, поскольку все они имеют ярко выраженное пространственное распределение. Для создания цифровых моделей почвенных карт ключевого участка Чуйской котловины были использованы спектрозональные космические снимки Landsat 7 2006 года, с 30-метровым разрешением.

Дешифрирование космических снимков Чуйской котловины определяется естественной растительностью, степенью проективного покрытия, содержанием карбонатов и солей на поверхности и разной степенью щебнистости. Эти свойства увеличивают отражательную способность, что наглядно отображается в виде увеличения яркости цвета контура и увеличении контрастности текстуры изображения. Почвенный покров представлен темно-каштановыми, каштановыми, светло-каштановыми, лугово-каштановыми, луговыми и солончаковыми комплексами.

Растительный покров темно-каштановых и каштановых почв представлен злаково-полынными группировками с проективным покрытием 50–60 %. На космических снимках участки с темно-каштановыми почвами, за счет большего содержания гумуса и интенсивно развивающейся растительности, изображаются более ровной темной окраской, чем участки, занятые каштановыми почвами. В зоне опустыненных степей светло-каштановые почвы имеют широкое распространение; они распространены очень широко, занимая как склоны, так и шлейфы склонов и южной, и северной экспозиции.

Лугово-каштановые почвы распространены на слабоволнистых дренированных равнинах. Растительный покров лугово-каштановых почв представлен разнотравно-злаковой растительностью, проективное покрытие – 70–80 %. На космических снимках характеризуемые участки изображаются неоднородно окрашенными контурами с шероховатым и перистым рисунком с линейно вытянутыми элементами микрорельефа.

Луговые почвы по большей части засолены и формируются в комплексах с лугово-болотными и болотными почвами или с солончаками, создавая комплексный контрастный рисунок изображения. Они выделяются на космических снимках ярким зеленым цветом со слабо-размытыми пятнистыми включениями, свидетельствующими о присутствии злаковых группировок. Особенностью почвенного покрова котловины является распространение солончаковых комплексов. Естественная растительность, как дешифровочный признак почвенного покрова засоленных местообитаний, была учтена по различию рисунка и структуре изображения, которые на снимках определяются сменой растительности, изменением физических и химических характеристик почв,

условий водного и солевого режимов в зависимости от положения в рельефе. Основным признаком при дешифрировании солончаковых комплексов является их приуроченность к скоплениям термокарстовых озер, отображающихся на снимках в виде контрастных темно-синих округлых пятен.

Применение ГИС-технологий с привлечением космических снимков позволяет поднять решение задач почвенной картографии на современный уровень.

УДК 631.41

## РОЛЬ НЕСИЛИКАТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗА ВО ФРАКЦИОННОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ МЕДИ В ПОЧВЕ

М.В. Бурачевская, С.С. Манджиева, К.Р. Уразгильдиева,

Т.В. Бауэр, Н.В. Громакова

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,

marina.0911@mail.ru

Целью данной работы явилось изучение влияния несиликатных форм Fe на фракционное распределение Cu в почве. Нами был применен метод избирательного удаления почвенного компонента и дальнейшее экстрагирование Cu из обработанной почвы. Из образцов чернозема обыкновенного карбонатного тяжелосуглинистого удаляли полуторные оксиды (в 3-х кратной повторности) при помощи обработки почвы реактивом Мера-Джексона. Использовалась дитионитовая вытяжка (Горбунов, 1974).

После удаления органического вещества в исследуемых образцах определялся фракционный состав соединений Cu методом Тессьера (Tessieretal, 1979), извлекающий 5 фракций из почвы и методом Миллера в модификации Берти, Джакобс (Berti, Jacobs, 1996), извлекающий 8 фракций (водную фракцию суммировали с обменной, а также суммировали в одну фракции: связанную с оксидами Mn, аморфными и кристаллическими оксидами Fe) (табл.).

В почве содержание Cu после обработки существенно сокращалось во фракции Fe-Mn оксидов: по методу Тессьера в 8.3 раза, по методу Миллера в 2.4 раза (табл.). Наиболее заметно увеличивалось количество Cu в обменной фракции при использовании метода Тессьера в 6.8 раз. Содержание же Cu в остаточной и органической фракции существенно не изменялось. При использовании метода Миллера наблюдалось увеличение содержания Cu во фракциях, связанной с карбонатами и органическим веществом (в 1.4–1.6 раза) (табл.).

Таблица. Фракционное распределение Си в черноземе обыкновенном при удалении несиликатных соединений Fe, мг/кг.

Метод	Фракция	Без удаления	При удалении несиликатных соединений Fe
Миллер в модификации Берти, Джакобс (Berti, Jacobs, 1996)	обменная	0.2	0.3
	связанная с карбонатами	0.3	0.5
	связанная с Fe-Mn оксидами	7.9	2.1
	связанная с органическим веществом	5.1	11.7
	остаточная	27.5	30.4
Тессьер (Tessieretal., 1979)	обменная	0.4	2.7
	связанная с карбонатами	1.2	1.7
	связанная с Fe-Mn оксидами	10.0	1.2
	связанная с органическим веществом	16.1	21.8
	остаточная	17.3	17.6

Таким образом, при удалении несиликатных соединений Fe относительное содержание Си во фракции, связанной с Fe-Mn оксидами, не превышает 5%. Путем применения методов последовательного фракционирования (метода Миллера и Тессьера) выявлена значимая роль несиликатных соединений Fe в удержании почвой Си, а также показано перераспределение металла между оставшимися фракциями почвы после удаления почвенного компонента. Наибольшее увеличение содержания Си при удалении исследуемого компонента наблюдается в наиболее подвижной обменной фракции, что говорит об увеличении доступности металла. При удалении полуторных оксидов происходит также некоторое накопление Си и в составе соединений, связанных с карбонатами и органическим веществом почвы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-34-00573.

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

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ И ПОЧВЕННЫХ  
КАРБОНАТОВ ЗАПОВЕДНИКА КАЗАНОВКА  
В ЮЖНО-МИНУСИНСКОЙ КОТЛОВИНЕ

Дж.Ю. Васильчук, Е.А. Иванова

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
jessica.vasilchuk@gmail.com, elen.my@mail.ru

Формирование почвенного покрова части Южно-Минусинской котловины, расположенной в предгорьях Кузнецкого Алатау происходит в условиях резко континентального климата, преимущественно под дерновинными степями с кальцефильными видами. В пределах склонов невысоких холмистых кряжей на плотных карбонатных породах и обнажающихся скальных породах формируются высокощелочные серогумусовые карболитоземы. Содержание карбонатов, в которых в пересчете на  $\text{CaCO}_3$  варьирует в пределах 0.3–1.6 % в горизонтах АУ и 9–15 % в почвообразующей породе. На склонах, где делювиальные суглинистые отложения залегают поверх песчаных древнеаллювиальных, формируются серогумусовые стратоземы. Содержание карбонатов в данных почвах варьирует от 14–19 % гумусовом горизонте до 9–14 % в чередующихся легкосуглинистых и песчаных минеральных горизонтах. Помимо дисперсных форм карбонатов в почвенном мелкоземом по всему профилю присутствуют натёчные формы новообразований, которые представлены белым, буроватыми и желтоватыми (цвет варьирует, вероятно, в зависимости от примеси органического вещества) тонкими кутанами на нижних гранях щебня и дресвы. На выходах карбонатных красноцветных суглинистых пород на автономных позициях формируются маломощные черноземы с сильно окарбонатым горизонтом ВСА (28–38 % карбонатов). В пойме р.Аскиз изучены аллювиальные темногумусовые почвы. Аллювиальная темногумусовая почва под степной растительностью содержит 2–6 % карбонатов в гумусовом горизонте, тогда как слоистая почвообразующая порода бескарбонатна. В аллювиальной темногумусовой глееватой почве под березовым лесом содержание карбонатов в горизонте АУ составляет 0.5–2 %. В почвообразующей породе обнаружены карбонатные включения, а содержание карбонатов не превышает 0.7 %. В современных горизонтах почв на надпойменных террасах в долинах ручьев и р.Аскиз содержание карбонатов увеличивается от 5–6 % в органогенных до 12–13 % в органоминеральных горизонтах. В погребенных гумусово-аккумулятивных горизонтах содержание карбонатов варьирует от 9–18 %. Состав почвенных растворов современных горизонтов исследованных

почв гидрокарбонатно-магнеиево-кальциевый, тогда как в погребенных горизонтах он отличается преобладанием гидрокарбонатов натрия и повышенной минерализацией (до 0.48–0.86 г/л). Реакция среды почвенных растворов варьирует от слабокислой до нейтральной (6.0–7.4). Анализ химического состава воды р. Аскиз показал его сходство с составом почвенных растворов, но отличается от них меньшей минерализацией (воды гидрокарбонатно-магнеиево-кальциевого состава, ультрапресной минерализацией (0.17 г/л) и слабощелочным рН (7.6)). Изотопный состав новообразований в исследованных почвах показал, что значения  $\delta^{18}\text{O}$  всех кутан участка варьируют в небольшом диапазоне от  $-8.9$  до  $-10.1\%$ , что, вероятно, говорит об их едином генезисе. Значение  $\delta^{18}\text{O}$  карбонатных новообразований почвообразующих пород при этом составляет  $-11.9\%$ . Анализ распределения значений  $\delta^{13}\text{C}$  выявил заметные изотопные вариации перекрывающих друг друга слоев кутан с тенденцией к облегчению изотопного состава к верхним, наиболее молодым слоям.

Проведенные исследования показали, что выявленные геохимические различия современных и погребенных почв Южно-Минусинской котловины, дифференциация их химического состава, распределения и содержания карбонатов прежде всего определяется различиями в составе почвообразующих пород и в истории их развития.

Аналитические и полевые работы выполнены при поддержке Российского Научного Фонда (грант № 14-27-00083).

Работа рекомендована к.б.н., доцентом кафедры геохимии ландшафтов и географии почв географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова П.П. Кречетовым.

УДК 631.588.7; 631.4

ПОСТПИРОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА  
УЧАСТКА «БУРТИНСКАЯ СТЕПЬ» ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ЗАПОВЕДНИКА «ОРЕНБУРГСКИЙ»

Л.В. Галактионова

ФГОУ ВО Оренбургский государственный университет,  
anilova.osu@mail.ru

Степные пожары являются актуальной экологической и хозяйственной проблемой современности. Результатом воздействия пожаров являются пирогенные сукцессии степной растительности, изменение состава и свойств минеральной и органической части почв, их водно-физических свойств и биологической активности.

Объектом исследования послужил участок «Буртинская степь» государственного заповедника «Оренбургский», расположенный в Беляевском районе Оренбургской области. Пожар произошел осенью 2014 года. Отбор почвенных образцов осуществляли по общепринятой методике в конце мая – начале июня 2015 года. В почвенных образцах определяли влажность (термовесовым методом), плотность (методом бура с использованием прибора Н.А. Качинского), водопроницаемость (методом трубок), содержание гумуса (по ГОСТ 26213-91) и его фракционно-групповой состав (по И.В. Тюрину в модификации Пономаревой и Плотниковой, 1968). Почвенный покров участка представлен черноземами южными карбонатными маломощными среднегумусными тяжело-суглинистыми на элювиально-делювиальных отложениях. Было заложено два разреза (на горевшем и на эталонном участке) и 8 прикопок. Повторность всех полевых и лабораторных исследований не менее 5–7, для водопроницаемости 10-кратная.

Исследование скорости водопроницаемости показало, что на горевшем участке она снижается в слое 0–10 см на 16.1 %, а в слое 10–20 см на 10 %. Это связано с гидрофобизацией поверхности почвы в результате выгорания растительного покрова. На обоих участках скорость водопроницаемости по шкале Н.А. Качинского в слое 0–10 см характеризуется как избыточно высокая и составила на эталонном и горевшем участках 661.3 и 554.6 мм/час соответственно, а в слое 10–20 см – как наилучшая (со значениями 384.5 и 353.7 мм/час). Это указывает на изменение гидрологической роли черноземов в ландшафтах после пирогенного воздействия. Если в своем естественном состоянии черноземы способны переводить влагу осадков в почвенную влагу, накапливать эту влагу, создавая её дополнительные запасы в нижележащих горизонтах, то при образовании пирогенного слоя такого накопления не происходит. Это снижает противэрозионную устойчивость ландшафта в целом.

Запасы влаги в слое 0–50 см на горевшем участке составили 128 мм водного столба, что на 13 % ниже, чем на эталонном. Снижение влажности почв и ее запасов объясняется выгоранием степного войлока, уменьшением величины альбедо и усилением испарения почвенной влаги.

По содержанию гумуса все участки исследования были отнесены к среднегумусным, его потери в результате пирогенного воздействия в слое 0–10 см составили 7 %. Запасы гумуса в слое 0–20 см составили 118 т/га на эталонном участке и 105 т/га на участке прохождения пожара. Пожар вызвал не только снижение количества и запасов, но и ухудшение качества органического вещества. Анализ фракционно-группо-

вого состава гумуса показал преобладание гуминовых кислот над фульвокислотами, что в принципе характерно для черноземов степной зоны. Тип гумуса гуматный со значениями Сгк/Сфк в слое 0–10 см на горевшем участке 2.4 и 2.9 на эталонном. Снижение степени гуматности гумуса вызвано уменьшением доли II и III фракции ГК и I фракции гуминовых и фульвокислот.

Таким образом, пирогенная трансформация почвенного покрова изменяет водно-физические и химические свойства зональных подтипов чернозема, что влечет за собой изменение глобальных экологических функций почв степной зоны.

Работа рекомендована д.б.н., деканом химико-биологического факультета ФГБОУ ВПО Оренбургский государственный университет А.М. Русановым.

УДК 631.4

## ДИСТАНЦИОННАЯ ДИАГНОСТИКА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ВЕСЕННЕГО ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЯ ПОЧВ ЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ

В.В. Грибов, Е.А. Новичкова

ФГБНУ Почвенный Институт им. В.В. Докучаева, г. Москва,  
vas1988@yandex.ru

С середины XX в. совокупность естественных и антропогенных факторов определили прогрессирующее увеличение площади мочарных ландшафтов лесостепной и степной зон России (Зайдельман и др., 2013), Канады (Bedard-Naughn, 2008) и других стран. Деградация переувлажненных почв под воздействием процессов вторичного гидроморфизма (оглеение, осолонцевание, засоление, слитизация) требует проведения дорогостоящих мелиораций, либо приводит к сокращению площади обрабатываемых земель (Деградация богарных и орошаемых черноземов ..., 2012). Поэтому развитие адаптивных методов оперативного выявления очагов гидроморфизма и картографирования мочарных ландшафтов представляет практический интерес для агроэкологической группировки и мониторинга земель сельскохозяйственного назначения. В познавательном отношении актуальность исследования обусловлена потребностью в углублении региональных моделей почвенно-ландшафтных связей гидроморфных и полугидроморфных структур почвенного покрова лесостепной и степной зон (Ахтырцев, 1999; Трубников, 2006; Зайдельман и др., 2003).



На основе тематического обзора отечественных и зарубежных публикаций разработана методика дистанционной диагностики продолжительности весеннего переувлажнения почв пашни на основе разновременных снимков Landsat. Методика включает три этапа: 1. выбор на основе репрезентативных рядов метеонаблюдений пары лет с нормальным и максимальным весенним увлажнением; 2. подбор для этих лет безоблачных сцен Landsat 5, 7 и 8 поколений на конец периода снеготаяния (март–апрель), середину (апрель – начало мая) и окончание (конец мая–июнь) сроков весеннего переувлажнения пашни; 3. радиометрическая и атмосферная коррекция снимков, расчет спектральных индексов, селективно выражающих степень увлажнения поверхности почвы (LMI, NDWI, mNDMI и др.); 4. формирование для каждой сцены обучающей выборки в категориях – вода, «мокрая», «сухая» открытая почва, древесно-кустарниковая растительность; 5. построение и верификация цифровых моделей, выражающих категории увлажнения через величины спектральных индексов; 6. расчет прогнозных карт в четырех категориях для каждой сцены; 7. расчет интегральной карты длительности весеннего переувлажнения с градациями – без переувлажнения, в отдельные годы до 1 месяца, ежегодно до 1 месяца, ежегодно более 1 месяца, в отдельные годы более 2 месяцев.

Методика апробирована при картировании гидроморфных структур почвенного покрова Вороно-Цнинского междуречья Приволжской возвышенности Тамбовской области. Ареалы весеннего переувлажнения выделялись по снимкам 2002 г. (год наибольшего распространения) и 2014 г. (год наименьшего распространения). Для разных сцен точность дешифрирования составляет 85–93 %. Наиболее информативными спектральными индексами признаны LMI, mNDWI и альbedo второго среднеинфракрасного диапазона Landsat. Проведена детальная почвенно-топографическая съемка трех ключевых участков общей площадью 150 га с контрастным весенним увлажнением поверхности пашни. Застой почвенной влаги в условиях небольших уклонов мезорельефа и тяжелосуглинистого состава лессовидных суглинков с водоупором на контакте с днепровской мореной и озерными глинами способствует широкому развитию в пределах междуречья луговато-, лугово-черноземных и луговых почв с выраженными признаками оглеения и оподзоленности в зависимости от продолжительности весеннего переувлажнения обусловленного микрорельефом.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ № 16-35-00539.

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

Окультуривание почв – непрерывный процесс, обратный по своим следствиям зональному процессу кислотной альфегумусовой миграции и лессиважу. Поддержание почвы в окультуренном состоянии требует постоянных усилий по созданию оптимального режима ее функционирования. В противном случае происходит деградация почв, сопровождающаяся понижением содержания гумуса, увеличением кислотности среды и уменьшением насыщенности почвенно-поглощающего комплекса основаниями, ухудшением структурного состояния. Появление сельскохозяйственных почв на острове Валаам относится к началу XIX – времени наивысшего расцвета валаамского монастыря. В 40-х годах XX века в связи с закрытием монастыря сельскохозяйственные угодья были заброшены и не обрабатывались до начала 90-х годов. В последнее время с возрождением фермы и увеличением поголовья крупного рогатого скота, с целью увеличения кормовой базы происходит вовлечение новых земель в сельскохозяйственный оборот. В связи с усилением антропогенной нагрузки, вовлечением новых земель в сельскохозяйственный оборот работы по проведению мониторинга сельскохозяйственных земель становятся все более актуальными. Исследования проводились в период летних производственных практик в 2014 и 2015 годах на базе научно-исследовательской станции РГГМУ «Валаам».

Цель данной работы: рассмотрение основных агрохимических характеристик мелиорированных земель острова Валаам. Основными задачами исследования были:

1. рассмотреть проблемы связанные с окультуриванием земель острова Валаам;
2. рассмотреть особенности сельскохозяйственных земель острова Валаам;
3. провести анализ мероприятий по улучшению плодородия сельскохозяйственных почв острова Валаам.

В основу работы положены данные основных агрохимических характеристик четырех сельскохозяйственных полей. Рассматриваемые участки расположены в юго-западной части острова и занимают небольшую площадь. Почвы полей формируются на тяжелых по гранулометрическому составу отложениях: озерно-ледниковых глинах и озер-

ных суглинках. Особенности рельефа и низкая фильтрационная способность почвообразующих пород способствуют дополнительному притоку и застою влаги на данной территории. Это стимулирует интенсивное развитие процессов оглеения и замедление трансформации органического вещества. В почвенном покрове полей преобладают дерново-глееватые пахотные почвы тяжелого гранулометрического состава. Тяжелый водоупорный горизонт в них располагается близко к поверхности непосредственно под дерновым. Растительный покров представлен злаковыми. На рассматриваемых территориях были проведены осушительные мелиорации, включающие в себя заложение внутрипочвенного дренажа, создания сети дренажных каналов. После проведения осушительных работ наблюдаются следующие характеристики: содержание подвижного фосфора колеблется в пределах от 15 до 209 мг на 100 г почвы, к середине профиля количество фосфора увеличивается. Распределение аммонийного азота по профилю почвы не имеет общей закономерности, максимальное значение встречается в верхнем горизонте профиля и составляет 113 мг/кг. Содержание органического вещества не отличается значительной динамикой. Величина содержания органического углерода колеблется в районе 3 % по всему профилю, по сумме поглощенных оснований почвы неоднородны. Почвы исследуемых участков обладают реакцией среды от очень сильнокислой до нейтральной. На данных участках мероприятия по борьбе с кислотностью не проводились.

Работа рекомендована старшим преподавателем Л.Е. Дмитричевой.

УДК 631.452 (571.15)

**АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВ  
ПОДЗОНЫ ТИПИЧНЫХ И ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ  
НИЗКОГОРИЙ АЛТАЯ НА ПРИМЕРЕ ЧАРЫШСКОГО РАЙОНА**

**В.С. Карелина**

Алтайский государственный аграрный университет, wi-ka95@mail.ru

Антропогенная трансформации почв Алтайских равнин детально изучена в условиях лесостепной и степной зон, однако современному изучению состояния почв предгорных и горных областей Алтай не уделено достаточного внимания. Геоморфологические и литологические особенности этой территории оказывают существенное влияние на специфику почвообразования в целом, и на антропогенную эволюцию почв в частности. Она проявляется в изменении почвенного покрова: активно проявляются эрозионные процессы, изменяются качественные и количественные характеристики почв, формируются новые таксономические единицы почв.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились в районе типичных и выщелоченных горных черноземов плосковершинных низкогорий в сочетании со слабо развитыми горными почвами сильно расчлененных низкогорий в пределах Чарышского района Алтайского края. В геоморфологическом отношении он представляет собой среднегорные и низкогорные плосковершинные равнины, большей частью средне расчлененные, местами сильно расчлененные. Высотные отметки в пределах района колеблются от 600–700 до 1000 м, отдельные вершины имеют высоты в 1100–1200 м. Почвы этого района формируются в условиях достаточного увлажнения ( $ГТК_1=1.8$ ,  $ГТК_2=1.7$ ). В почвенном покрове преобладают горные черноземы (42.7 %), так же распространены черноземы выщелоченные (12.9 %) и типичные (17.5 %), лугово-черноземные (3.5 %) и черноземные скелетные почвы (10.8 %).

Результаты исследований. Оценка современного состояния почв проведена по результатам полевого обследования проведенного в 2015 году. В структуре почвенного покрова СПП отмечается увеличение степени контрастности и дифференциации, неконтрастные почвенные комбинации (вариации) переходят в контрастные (сочетания). Диагностика современных почв проводилась в соответствии с субстантивно-генетической классификацией почв России. В качестве эталона естественной зональной почвы дано описание чернозема миграционно-мицелярного маломощного средне гумусированного легкоглинистого. Среди агрогенных почв удалось диагностировать следующие: агрочерноземы глинисто-иллювиальные, агроземы темные агропереуплотненные, агростратоземы темногумусовые водно-аккумулятивные переуплотненные и стратоземы темногумусовые на погребенной гидрометаморфической почве.

Наиболее выраженными процессами антропогенной трансформации является водно-эрозионная денудация и агропереуплотнение. Развитию эрозионных явлений способствует сильно расчлененный рельеф (крутизна склонов достигает 15 и более градусов). Агрогенная стратифицированная толща претерпевает существенные трансформации под действием предпосевной обработки, что приводит к формированию переуплотненного подпахотного горизонта (плужной подошвы) мощностью до 50 и более см. Развитию этих процессов способствует глинистый гранулометрический состав почв и условия повышенной влажности в весенний период (период обработки почвы).

Работа рекомендована д.с-х.н., проф. Е.Г. Пивоваровой.

МИКРОБНЫЙ КОМПЛЕКС ПОСТАГРОГЕННЫХ ПОЧВ  
ТУНДРОВОЙ ЗОНЫ

В.А. Ковалева

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

Начиная с 90-х годов прошлого века, происходит резкое сокращение сельскохозяйственных земель по всей территории России. В тундровой зоне Республики Коми также происходит сокращение площадей агроэкосистем, сельскохозяйственное освоение которых началось в 50–60-х гг. XX в. В ходе восстановления постагрогенной экосистемы, в почве меняются физические, химические и микробиологические процессы, имеющие в суровых климатических условиях определенную специфику. Микроорганизмы, как наиболее чувствительные к изменениям среды компоненты экосистемы, могут быть индикаторами изменений, происходящих в ходе постагрогенной сукцессии. Изучение процессов трансформации почвенной микробиоты после прекращения использования агроэкосистем позволяет прогнозировать дальнейшее самовосстановление почвы и всей постагрогенной экосистемы.

Исследования проводили в тундровой зоне в районе г. Воркута (Республика Коми), на трех участках: первый – зарастающий сенокосный луг, хозяйственное использование прекратилось в 1998 г; второй – зарастающий сенокосный луг, хозяйственное использование прекратилось в 1968 г. после трех лет сенокосения; третий – ненарушенная ивняково-ерниковая тундра. Образцы отбирали из верхних генетических горизонтов почв, микробиологический анализ проводили по общепринятым в почвенной биологии и микробиологии методам.

Результаты микробиологического анализа показали, что в исследуемых почвах грибная биомасса преобладает над бактериальной. Доля грибного мицелия от общей биомассы микроорганизмов в органогенном горизонте почвы первого участка составляет 77.5 %, а доля спор – 21.7 %, в почве второго участка – 78.6 и 21 %; в почве третьего участка – 80 и 19 % соответственно.

Комплекс почвенных микромицетов первого участка характеризуется специфичным видовым составом. Среди доминирующих и частых видов выявлены как типичные тундровые виды и виды, характерные для освоенных почв. Микобиота второго участка характеризуется низким видовым разнообразием и небольшим количеством микромицетов. Для нее характерны частая и обильная встречаемость видов из ро-

дов *Mucor*, *Mortierella*, *Penicillium*, а также темноокрашенных и светлых форм стерильного мицелия. Количество остальных видов грибов было незначительно. Сопоставление видового состава почвенных грибов первого и второго участков выявило минимальное сходство (по Жаккару) – 33 %, второго и третьего – 50 %, первого и третьего – 22 %.

Рассматривая соотношение эколого-трофических групп микроорганизмов, следует отметить, что численность эколого-трофических групп микроорганизмов в почве первого участка значительно выше по сравнению с почвами второго и третьего участков. Основу микробного комплекса почвы составляют аммонификаторы и минерализаторы азота, а в микробном комплексе целинной почвы – специфичные для ненарушенной тундровой почвы олиготрофные и олигонитрофильные микроорганизмы. Самой низкой численностью микроорганизмов характеризуется почва второго участка, возможно, это связано с тем, что влияние агрорежима уже не проявляется, а типичный для тундровой почвы комплекс микроорганизмов еще не сформировался.

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 доцентом, д.б.н. Ф.М. Хабибуллиной.

УДК 631.10

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЕННОЙ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ НА УЧАСТКАХ РАЗНОВРЕМЕННОЙ ЗАЛЕЖИ ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Т.В. Комарова

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва,

taniakomarova999@gmail.com

Введение. Проблема глобального изменения климата является одной из ключевых современных экологических проблем. 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 углекислый газ, метан и закись азота. Одним из основных факторов, влияющих на изменение потока парниковых газов, является изменение режимов землепользования, включая сведение и восстановление лесов.

Целью исследования являлось проведение комплексных экологических исследований почвенной эмиссии парниковых газов на представительных объектах разновременной залежи в условиях Центрально-Лесного заповедника, представительного для южной тайги.

**Объекты и методы.** Исследования проводились на 5 участках разновременных залежей ЦЛГПБЗ. Сезонные измерения и суточный ход потоков  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  на газовом хроматографе. Для оценки качества почв и их пулов C отобранные почвенные образцы анализировались в лаборатории (влажность, плотность сложения, содержание гумуса и подвижных форм  $\text{P}_2\text{O}_5$  и  $\text{K}_2\text{O}$ ).

**Результаты и обсуждения.** В результате исследования установлено, что интенсивность почвенной эмиссии  $\text{CO}_2$  уменьшается с увеличением возраста залежей почти в 2 раза. Наиболее интенсивный поток  $\text{CO}_2$  отмечается на свежей залежи с травостоем в период с 12:00 до 18:00. Он составлял приблизительно  $22 \text{ г } \text{CO}_2/\text{м}^2 \cdot \text{день}$ , а на участке залежи возрастом 10–15 лет –  $15 \text{ г } \text{CO}_2/\text{м}^2 \cdot \text{день}$ . Суточная динамика должна учитываться при оценке сезонных потоков парниковых газов и баланса C. Поток  $\text{CH}_4$  имеет тенденцию к увеличению при повышенной влажности почвы и понижении температуры. Наибольшая эмиссия  $\text{CH}_4$  зафиксирована на залежи с травостоем, где поток составил  $0.65 \text{ мг } \text{CH}_4/\text{м}^2 \cdot \text{день}$  (во второй декаде июля). Для залежи с травостоем отличительной особенностью является почвенная эмиссия  $\text{N}_2\text{O}$  – в течение всего периода исследования отмечались почвенные потоки  $\text{N}_2\text{O}$  (в среднем  $0.2 \text{ мг } \text{N}_2\text{O}/\text{м}^2 \cdot \text{день}$ ). Для ельника неморального на протяжении сезона исследования характерно поглощение  $\text{N}_2\text{O}$ , равное в среднем  $-0.30 \text{ мг } \text{N}_2\text{O}/\text{м}^2 \cdot \text{день}$ , при максимальных значениях в конце июня ( $-0.62 \text{ мг } \text{N}_2\text{O}/\text{м}^2 \cdot \text{день}$ ).

**Заключение.** В ходе залежной сукцессии происходит существенное понижение эмиссии, наблюдается стабилизация запасов органического C в почве с увеличением растительных и почвенных пулов C, что является важной составляющей регионального стока из атмосферы.

#### Литература

1. IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F. et al (eds.). – UK: Cambridge UP, 1535 p.

2. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории РФ. Том 1: изменение климата. – М.: Росгидромет, 2008 г., 227 с.

Исследования проводились при поддержке гранта Правительства РФ 11.G34.31.0079.

Автор выражает благодарность Васеневу И.И., Васеневу В.И., Поветкину В.А., Иванову А.С., Романовой Н.В.

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

УДК 631.10

## ЭМИССИЯ CO<sub>2</sub> ПОЧВАМИ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПРИРОДНОГО ЗАКАЗНИКА «ЗВЕНИГОРОДСКАЯ БИОСТАНЦИЯ МГУ»

Ю.В. Куприянова

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
факультет почвоведения, yuli4k.kurpyanowa@yandex.ru

Природный комплекс Звенигородской биостанции, имеющий статус природного заказника, является одним из приоритетных регионов для организации мониторинга эмиссии CO<sub>2</sub> на территории Московской области. Окружающие заказник лесные массивы в течение всего года активно используются в рекреационных целях, почвы района широко используются в сельском хозяйстве. Поэтому наблюдения, оценка и прогноз состояния почв как компонентов лесных экосистем данной территории особенно актуальны [1]. Это диктует необходимость детальных исследований эмиссии CO<sub>2</sub> почвами с учетом пространственной и временной изменчивости на территории природного заказника ЗБС.

В качестве первоочередных объектов почвенно-экологического мониторинга были выбраны основные типы лесных биогеоценозов: сложный сосново-еловый разнотравно-кисличный лес, березово-еловый разнотравно-костянично-кисличный лес, липовый кислично-разнотравный. И дополнительно – вырубка сосново-елового леса, злаково-разнотравный луг. Данные биогеоценозы расположены на подзолистых, дерново-подзолистых почвах. Измерение суточной интенсивности выделения CO<sub>2</sub> и температуры проводили с поверхности почв трижды в течение суток (утром, днем и вечером) в июле 2014 г., сезонной ежемесячно 2014–2015 гг. камерным методом с помощью ИК CO<sub>2</sub>-газоанализатора AZ 7752.

Изменения суточного хода эмиссии CO<sub>2</sub> из почв различных типов лесных биогеоценозов ЗБС в атмосферу носят схожий характер – мак-



симальные значения эмиссии соответствуют наибольшему прогреванию верхнего слоя, т.е. его в большей степени определяет температурная инерционность почвы. В целом же эмиссия  $\text{CO}_2$  убывает в ряду: сосново-еловый лес > вырубка > злаково-разнотравный луг > березово-еловый лес > липовый лес. Температура и влажность почвы являются наиболее значимыми экологическими факторами, определяющими скорость деструкции органического вещества и интенсивность выделения  $\text{CO}_2$  из почв [3]. Анализ полученных данных на исследуемых участках показал, что существует зависимость суточного хода эмиссии углекислого газа от температуры и влажности верхнего слоя почв и подстилки (от температуры и влажности почвы зависит интенсивность дыхания корней и активность почвенной биоты). Анализ сезонной динамики показал, что гидротермические условия вегетационного сезона в экспериментальных экосистемах определяли характер эмиссии  $\text{CO}_2$ : в условиях умеренно континентального климата осенью преимущественное действие на выделение углекислоты почвой оказывает температура, в летний период – влажность, зимой – взаимодействие этих факторов.

#### Литература

1. Копчик 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. Lomander, Anja, Thomas Kätterer, and OlofAndrén. «Carbon dioxide evolution from top-and subsoil as affected by moisture and constant and fluctuating temperature.» *SoilBiologyandBiochemistry* 30.14 (1998): 2017–2022.

Работа рекомендована д.б.н., профессором Г.Н. Копчик.

УДК 581.9; 631.4; 528.9

### ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ ПРИБРЕЖНОЙ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ОЗЕРА РАНГЕ-ТУР (ПРИРОДНЫЙ ПАРК «КОНДИНСКИЕ ОЗЁРА»)

И.О. Маслаков

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

В последнее время, в связи с необходимостью составления экологических паспортов, большое внимание уделяется особо охраняемым природным территориям и памятникам природы. Важным разде-

лом экологического паспорта является серия крупномасштабных карт, значительное место среди которых занимают геоботаническая и почвенная карты.

Целью работы являлось составление крупномасштабной (М 1:10 000) почвенно-геоботанической карты на территорию памятника природы озера «Ранге-Тур», входящего в состав природного парка «Кондинские озёра».

Территория природного парка «Кондинские озера» находится в Среднем Приобье, западнее долин слияния рек Оби и Иртыша и относится к средней тайге. Для нее характерно сочетание двух эдафических рядов сообществ – псаммофитных и заболоченных. В настоящей работе исследовалась юго-западная часть памятника природы, занятая сообществами псаммофитного ряда, которая включает в себя как дренированные, так и слабо дренированные участки.

В ходе анализа почвенно-геоботанической карты было выявлено, что в наиболее дренированной части изученной территории распространены две основные растительные ассоциации: сосновый брусничный лишайниковый лес, занимающий 33.2 % от общей площади участка исследования и сосновый брусничный зеленомошный лес (10.5 % от площади исследования); а также две переходные между ними ассоциации: сосновый брусничный лишайниковый зеленомошный лес (34.8 %) и сосновый лишайниковый лес (2.3 %). Перечисленные растительные сообщества, за исключением сосновых лишайниковых лесов, обнаруженных небольшими пятнами на вершинах и склонах моренных холмов, занимают значительные площади и встречаются, преимущественно, на выровненных и пологоволнистых участках склонов моренных холмов, в условиях формирования поверхностных и мелких иллювиально-железистых подзолов, при глубоком залегании грунтовых вод.

Такие растительные сообщества как елово-кедровый брусничный зеленомошный лес (5.6 %) и сосново-кедровый брусничный хвощово-осоковый зеленомошный лес (3.4 %), являющиеся индикаторными ассоциациями средней тайги, развиваются в менее дренированной части исследованной территории и занимают незначительные площади. Они встречаются небольшими полосами в поймах рек, ежегодно затапливаемых на непродолжительное время в период весеннего половодья, что формирует переменный режим увлажнения (от избыточного к достаточному), и приводит к наступлению болотных ассоциаций на территорию лесов. Такие сообщества развиваются на плоских участках с торфяно-глебеземами. Также в условиях достаточного, а иногда и избыточ-

ного грунтового увлажнения на супесчаных и суглинистых породах встречаются сосново-берёзовые брусничные осоковые зеленомошные леса (10.2 %), развивающиеся на пологоволнистых или плоских участках. Почвенный покров здесь представлен дерново-подзолами глееватыми супесчаными, и дерново-подзолисто-глееватыми и глеевыми почвами на суглинистых породах.

Работа рекомендована доцентом кафедры биогеографии к.б.н. Кобелевой Н.В. и доцентом кафедры почвоведения и экологии почв к.б.н. Касаткиной Г.А., Института Наук о Земле СПбГУ.

УДК 631.48

### ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ТИХВИНСКОГО ЛЕСОПИТОМНИКА

Е.С. Медович, С.М. Багрова

Санкт-Петербургский государственный университет, medeksa@mail.ru,  
totokin@mail.ru

Необходимость составления почвенной карты для одного из крупнейших лесопитомников Ленинградской области очевидна в связи с увеличением спроса на посадочный материал и интенсивным развитием хозяйства. Почвенная карта позволяет оценить набор и характер приемов по увеличению продуктивности земель.

Тихвинский лесопитомник расположен на юго-востоке Ленинградской области на южной границе города Тихвин. Территория относится к Тихвинскому ландшафту озерно-ледниковых песчаных равнин и характеризуется слабоволнистой поверхностью. В послеледниковое время территория была занята водоемом, поэтому здесь откладывались пески мощностью 4–6 м, которые подстилаются суглинистой мореной. Почвообразующие породы: песчаные отложения – тонкозернистые пески и супеси, а также двух- и трехчленные породы и моренные суглинки. Район обследования занимает промежуточное положение между средней и южной тайгой. В лесопитомнике естественная растительность сведена, и он специализируется на выращивании саженцев ели и сосны. По границам полей расположены лесополосы из лиственницы, березы, черноплодной рябины.

После сведения леса в лесопитомнике проводилось планирование участка – выполаживались положительные и отрицательные формы рельефа. На всей территории должна была проводиться первичная вспашка на глубину около 50 см, однако мощности турбированных го-

ризонтов варьируют от 16 до 64 см, что свидетельствует о несоблюдении нормативов. Современная глубина вспашки колеблется от 10 до 30 см (в среднем 15 см), поэтому почвы относятся к мелко- и среднепахотным видам. Площадь участка составляет 27 га, основой будущей карты являлся космический снимок местности масштаба 1:2000, глазомерно составленная карта рельефа, а также два нивелирных хода, проложенных с шагом в 25 метров. Нивелирные ходы были заложены на территории парующих полей в направлениях С-Ю, З-В. На основании натуральных исследований, анализа почвенной карты и нивелирных ходов выявлено, что территория обследования относится к слаборасчленённой равнине. Относительные превышения составляют 5–7 метров, склоны восточной экспозиции более крутые, западной – пологие. К верхним частям небольших повышений приурочены двух- и трехчленные отложения (песок – суглинок – песок). На склонах восточной экспозиции они сменяются суглинистыми породами, на склонах западной экспозиции – супесчаными, которые в нижней части склонов также переходят в суглинистые.

На территории лесопитомника преобладают альфегумусовые почвы, преобразованные человеком: агроденово-подзолы иллювиально-железистые супесчаные, агроземы альфегумусовые супесчаные, агроземы светлые, агростратозёмы супесчаные на погребенных почвах (торфяно-подзол глеевый), агрообраземы супесчаные глеевые. На повышенных формах рельефа, приуроченных к двух- и трехчленным отложениям, находятся агрозёмы контактно-осветленные, на склоновых позициях располагаются агродерново-подзолы. В нижних частях склонов формируются агрозёмы стратифицированные, агростратоземы, агроземы светлые и агрообраземы. Почвы нижних частей склонов имеют признаки глееватости. Остальные почвы занимают незначительные площади и приурочены к нижним частям склонов, и их образование тесно связано со стратификацией природного материала.

Работа рекомендована к.б.н., доцентом кафедры почвоведения и экологии почв Г.А. Касаткиной.

ЦИФРОВОЕ ПОЧВЕННО-АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ  
КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ВЛАДИМИРСКОГО ОПОЛЬЯ  
НА ПРИМЕРЕ УЧХОЗА «ДРУЖБА»

Н.В. Минаев

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва,

Arjuna@yandex.ru

Подход к агроэкологической оценке земель и проектированию адаптивно-ландшафтных систем земледелия (АЛСЗ), разработанный В.И. Кирюшиным, может быть реализован лишь на основе картографических материалов, отражающих ландшафтную дифференциацию условий, которые учитывают при формировании систем земледелия. Методика агроэкологической оценки земель требует постоянного совершенствования картографического материала с целью увеличения его достоверности. На данный момент при проектировании активно используются старые почвенные карты, данные дистанционного зондирования, полевые почвенно-ландшафтные изыскания и карты для проектирования создаются с использованием геоинформационных систем (ГИС). Однако при составлении почвенно-ландшафтных карт и карты агроэкологических групп земель, которая является основой для проектирования АЛСЗ, в большей степени опираются на экспертную оценку. Методы цифровой почвенной картографии могут позволить формализовать и автоматизировать процесс картографирования агроэкологических групп с контролем достоверности выходных карт.

Целью работ было составление в автоматическом режиме карты агроэкологических групп земель для территории учхоза «Дружба».

Территория исследования находится на юге Ярославской области (Переславский район) в приводораздельной части бассейна реки Нерль. Данную территорию можно отнести к особому природному району, называемому «Владимирским ополем». Основные черты рельефа здесь сформированы в московскую ледниковую эпоху среднего плейстоцена. Основной почвообразующей породой являются покровные суглинки.

В данной работе была использована традиционная почвенная карта учхоза «Дружба» составленная коллективом кафедры почвоведения Тимирязевской академии. Для уточнения этой карты и получения свежих почвенных данных были проведены полевые почвенные изыскания.

Для построения карты агроэкологических групп земель по топографической карте масштаба 1:10 000 и заложением горизонталей 1 м была построена цифровая модель рельефа (ЦМР). Далее использовались

методы цифрового картографирования структуры почвенного покрова: морфометрический анализ цифровой модели рельефа и вероятностно-статистическое моделирование на базе аппарата нечетких множеств (Сорокина, Козлов, 2012). В основу агроэкологической группировки взята работа по агроэкологической оценке почв Савастру (Савастру, 1999).

Таким образом, цифровой подход картографирования применялся непосредственно к агроэкологическим группам земель по основным лимитирующим факторам: эрозия и переувлажнение. Были построены карта агроэкологических групп земель по 10 категориям и карта неопределенности прогноза агроэкологической группы в каждой точке матрицы.

Карта агроэкологических групп земель отражает распространение лимитирующих факторов возделывания с/х культур и на практике применяется для планирования севооборотов и агротехнологий.

Примененный подход к картографированию является перспективным и может рассматриваться как один из путей снижения стоимости картографирования и повышения информативности, особенно применительно к большим территориям.

Стоит отметить, что еще требуются исследования в этой области применительно к разным территориальным условиям.

Работа рекомендована к.г.н., доцентом географического факультета МГУ Д.Н. Козловым.

УДК 631.421.2

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОЧВ  
НЕКОТОРЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ  
ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ ПО СОДЕРЖАНИЮ  
ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЫШЬЯКА**

М.А. Москвин

ФГБОУ ВПО РГГМУ, Санкт-Петербург, voron27\_88@mail.ru

Агроэкологический мониторинг является важной составляющей общей системы мониторинга и представляет собой общегосударственную систему наблюдений и контроля за состоянием и уровнем загрязнения агроэкосистем в процессе сельскохозяйственной деятельности. В системе агроэкологического мониторинга важной базовой составляющей является комплексная эколого-токсикологическая оценка исследуемых объектов. Существует возможность загрязнения агроэко-

стем при применении в земледелии средств химизации и техногенного воздействия, поэтому обязательным условием агроэкологического мониторинга является анализ загрязнения почв, растений, вод тяжелыми металлами (ТМ), бенз(а)пиреном, остатками средств защиты растений (пестицидами, инсектицидами и т.д.). ТМ относятся к приоритетным загрязняющим веществам, наблюдения за которыми обязательны во всех средах. Почва является основной средой, в которую попадают ТМ, в том числе из атмосферы и водной среды. Почва служит источником вторичного загрязнения приземного воздуха и вод, попадающих из неё в Мировой океан. Из почвы тяжёлые металлы усваиваются растениями, которые затем попадают в пищу более высокоорганизованным животным. Для восстановления свойств почв необходимо владеть информацией о состоянии окружающей среды и почвенного покрова. Важную роль в этом играет комплексный мониторинг, который объединяет различные направления работ по обслуживанию почв сельскохозяйственных угодий: агрохимическое, эколого-токсикологическое, радиологическое.

В 2014 г. на территории Ленинградской области проводился агроэкологический мониторинг сельскохозяйственных почв по агрохимическим и эколого-токсикологическим показателям. В число объектов исследования вошли агрозоны опытно-производственных хозяйств и аграрных предприятий: Мельниково (Приозерский район), Приневское (Всеволожский), Агротехника (Тосненский), Калолжицы (Волосовский). Особое внимание уделялось содержанию подвижных форм тяжелых металлов в пахотном слое почвы по ключевым участкам.

По результатам исследования было установлено отсутствие достоверных различий по содержанию кадмия во всех рассматриваемых почвах хозяйств. Максимальные количества свинца, ртути и фтора были выявлены в почвах хозяйства Приневское, которые варьировали от 1.15 до 1.6 мг/кг, от 0.21 до 0.26 мг/кг и от 5.6 до 7.6 мг/кг почвы, соответственно. Наибольшее содержание никеля отмечено в почвах предприятия Калолжицы (0.7–1.2 мг/кг почвы). В упомянутых выше хозяйствах также установлено высокое содержание подвижного хрома. В почвах хозяйства Агротехника отмечено наименьшее количество мышьяка по сравнению с остальными рассматриваемыми хозяйствами.

Следует отметить, что полученные данные мониторинга почв по содержанию ТМ не выявили превышения ПДК и ОДК. Однако также следует отметить, что содержание элементов и токсикантов в почвах, указанных выше хозяйств, было различно и это должно учитываться в рекомендациях по применению удобрений, при планировании севообо-

рота и т.д. Кроме того, в связи с разными физико-химическими свойствами почв, подвижность токсикантов также различна, что определяет возможность их перехода в сопредельные среды и растения.

Работа рекомендована к.б.н., с.н.с. ФГБНУ АФИ Е.Я. Рижия.

УДК 631.588.7; 631.427

## ВЛИЯНИЕ ПИРОГЕННОГО ФАКТОРА НА ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМОВ ЮЖНЫХ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Надеина, А.А. Котегова

ФГОУ ВО Оренбургский государственный университет,  
nadeina.ant@mail.ru

Пожары, как фактор эволюции ландшафтов, получили широкое распространение в бореальном, суббореальном, тропическом и субтропическом поясах Евразии, Африки, Америки и Океании. Большое внимание в мировом научном сообществе уделяется проблеме постпирогенного изменения почв, их свойств, режимов и функций в биосфере. Накопленный в литературе весьма разнородный экспериментальный материал освещает вопросы пирогенной трансформации водного режима, растительности и лесных ландшафтов в целом (Зайдельман, 1985, 2005; Wallach, Graber, 2009).

Данные об аналогичных исследованиях по изучению пирогенной трансформации степных ландшафтов в литературе крайне ограничены. Основными направлениями в изучении данной темы являются исследования по постпирогенной трансформации растительного покрова (Рябинина, 2003) и комплекса почвенных беспозвоночных животных (Немков, 1998). Поэтому, изучение биологических свойств почв постпирогенных ландшафтов необходимо для выявления устойчивости степных черноземов к пожарам. Большое разнообразие показателей биологической активности почв вызывает необходимость использования наиболее информативных для данной экологической обстановки. Поэтому для оценки устойчивости степных черноземов к пирогенному фактору нами был использован показатель активности почвенной каталазы.

Объектом исследования послужили черноземы южные, расположенные на участке «Буртинская степь» государственного заповедника «Оренбургский» (Беляевский район Оренбургской области). Определение почвенной каталазы (после пожара осенью 2014 года) осуществлялось газометрическим методом по А.Ш. Галстяну, активность фермента выражали в мл  $O_2$  на 1 г почвы за 1 минуту. Повторность опыта 5–7-



кратная. На территории участка исследования было заложено два разреза (горевший и эталонный) и 8 прикопок. Все почвенные образцы были отобраны послойно и подготовлены согласно стандартным методикам в три этапа начало (май), середина (июль) и конец вегетационного периода (сентябрь).

Каталаза является одним из наиболее чувствительных ферментов к изменению условий окружающей среды, ее синтезируют практически все живые организмы. Являясь внутриклеточным ферментом, она попадает в почву вследствие лизиса клеточной массы и иммобилизуется различными почвенными компонентами. Изучение активности почвенной каталазы показало ее чувствительность к пирогенному фактору. Так, на горевшем участке в начале периода вегетации в слое 0–10 см ее активность составила  $12.4 \pm 0.02$  мл  $O_2$  на 1 г почвы/1 мин, что на 11 % ниже значения эталонного участка. При движении вниз по почвенному профилю активность фермента снижается на обоих участках до 4.5–3.2 мл  $O_2$  на 1 г почвы/1 мин. Уменьшение показателя активности фермента более чем 10 % в почвах после пожара (по сравнению с эталонными) наблюдается только на глубину гумусового горизонта. К середине вегетационного периода различия между участками стали появляться сильнее и снижение активности на участке после пожара составило более 15 %, а к концу вегетации более 27 % по сравнению с эталоном.

Таким образом, исследования позволили выявить чувствительность показателя активности почвенной каталазы к пирогенному фактору. Это позволит использовать его при изучении степени пирогенной трансформации степных почв.

Работа рекомендована к. б. н., доцентом Л.В. Галактионовой.

УДК 631.4

## РЕГИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПОЧВЕННО-ЛАНДШАФТНЫХ СВЯЗЕЙ ВОРОНО-ЦНИНСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.А. Новичкова

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,  
novichkova.ea@mail.ru

Изучение почвенно-ландшафтных связей составляет основу сравнительно-географического метода В.В. Докучаева и широко используется для целей почвенной картографии, почвенного мониторинга, агроэкологической оценки земель. Региональные почвенно-

ландшафтные исследования направлены на установление систематизированных представлений о связях в почвенном покрове территории, как внутрипочвенных (между отдельными свойствами почв), так и между почвой и другими компонентами ландшафта. Модели почвенно-ландшафтных связей разработаны для дерново-подзолистых почв Клинско-Дмитровской гряды, серых-лесных почв Владимирского ополья, черноземов Среднерусской возвышенности, лугово-черноземных почв Окско-Донской низменности. Вместе с тем почвенный покров многих регионов остается малоизученными.

Одним из таких регионов является Вороно-Цнинское междуречье Приволжской возвышенности. На существующих почвенных картах почвенный покров Вороно-Цнинского региона показан преимущественно черноземами выщелоченными с участками типичных (Тамбовская лесостепь ..., 2013), что существенно искажает действительность. В ходе почвенного обследования нами не встречено ни одного разреза без признаков оглеения в пределах почвенного профиля; доминантными почвами здесь являются луговато-, лугово-черноземные и луговые с выраженными признаками оглеения и оподзоленности в зависимости от микрорельефа. Широкому развитию гидроморфизма способствуют небольшие уклоны мезорельефа и тяжелосуглинистый состав лессовидных суглинков с водоупором на контакте с днепровской мореной и озерными глинами.

С целью изучения закономерностей организации почвенного покрова в 2014–2015 гг. проведено детальное почвенно-топографическое обследование пяти полей ФГУП «Тамбовское», контрастных по степени развития почвенного гидроморфизма. Обследование включало геодезическую съемку дифференцированной системой спутникового позиционирования с шагом 15 м, морфологическую и физико-химическую характеристику почв различных элементов мезо- и микрорельефа (16 разрезов, 42 прикопки и 53 буровых скважин), наблюдения за почвенно-грунтовыми водами и учет урожайности пшеницы, ржи, ячменя, кукурузы и подсолнечника. Для каждого поля построены карты элементарных почвенных ареалов на уровне подтипов.

В пределах дренируемых междуречных равнин с уклонами 1–3°, рассеченных глубокими балками, уровень постоянных грунтовых вод опущен глубже 5 м. Фоновые почвы здесь – луговато-черноземные глубокоглееватые. В отдельных водосборных понижениях при дополнительном натечном увлажнении встречаются луговато-черноземные глееватые и оподзоленные почвы. В приводораздельной части этих равнин, замедленно дренируемых неглубокой сетью верховий балок, в

многочисленных водосборных понижениях и ложбинах развивается весеннее переувлажнение до 1 месяца. В условиях водозастойно-промывного водного режима преобладают луговато-черноземные подзолистые и оподзоленные почвы разной степени оглеения. Для плоских субгоризонтальных междуречий с грунтовыми водами в пределах почвенного профиля (2–3 м) характерны лугово-черноземные глееватые и глубокооглеенные почвы. По днищам западин и ложбин располагаются пятна луговых, луговых выщелоченных и луговых оподзоленных почв разной степени оглеения. Вдоль коротких прибалочных склонов чередуются слабо-, среднесмытые и смыто-намытые и намытые луговато-черноземные глубокоглееватые почвы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ № 16-35-00539.

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

УДК 631.4

## ОЦЕНКА СРЕДНЕВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ВЕЛИЧИН КИСЛОТНОСТИ АГРОПОЧВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ ПОШЕХОНСКОГО РАЙОНА ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.А. Пеляева

[signora\\_pelieva@mail.ru](mailto:signora_pelieva@mail.ru)

За последние 25–30 лет в Российской Федерации, в результате резкого изменения экономической ситуации и в ходе проведения аграрных реформ, произошли крупные изменения в сельскохозяйственном землепользовании. Реализация программы импортозамещения продукции сельского хозяйства, предполагает расширение площадей сельскохозяйственных угодий и вовлечение в сельскохозяйственную обработку залежных почв. В связи с этим, оценка состояния почв является очень актуальной проблемой, а анализ изменений свойств агропочв, особенно актуален для Нечерноземной зоны. Одним из интегральных оценочных показателей качества почвы является её актуальная кислотность. В связи с этим нами проведена сравнительная характеристика величин этого параметра для почв сельскохозяйственных угодий (пашни, сенокосы, пастбища, залежи) обследований прошлых лет (1987–1990 гг.) и 2015 г., отобранных в том же самом месте.

Установлено, что в результате длительного использования почв под пастбище (без смены землепользования) их кислотность достоверно снижалась, о чем свидетельствует изменение величины рН солевой вы-

тяжки из почвенных образцов. В частности, этот показатель для образцов АUg горизонта темногумусовой неглубокооподзоленной профилно оглеенной почвы, отобранных 30 лет назад, составлял 5.7, тогда как у образцов 2015 г. –  $3.88 \pm 0.04^*$  (\* – стандартная ошибка среднего). Значения  $pH_{\text{сол}}$  образцов горизонта АУg дерново-глубокоподзолистой профилно оглеенной за 30 лет изменились с 6.2 до  $4.60 \pm 0.02$ . Согласно полученным данным, при длительном использовании почв под пашню наблюдается разнонаправленный тренд изменений pH. В одних образцах пахотного горизонта кислотность со временем снижалась (агродерново-сверхглубокоподзолистая среднепахотная (N:  $58^\circ 24.421'$  S:  $39^\circ 19.43'$ ) – от 6.3 до  $4.02 \pm 0.02$  ( $pH_{\text{сол}}$ ), в других – увеличивалась (агродерново-сверхглубокоподзолистая среднепахотная (N:  $58^\circ 24.824'$ ; S:  $39^\circ 16.621'$ ) – от 4.7 до  $5.74 \pm 0.01$  ( $pH_{\text{сол}}$ ), агродерново-сверхглубокоподзолистая глубокопахотная (N:  $58^\circ 29.089'$ ; S:  $39^\circ 5.731'$ ) – от  $5.0 \pm 0.2$  в 1987 г. до  $6.95 \pm 0.18$  в 2015 г., агродерново-сверхглубокоподзолистая среднепахотная – от  $6.15 \pm 0.05$  до  $7.11 \pm 0.05$  ( $pH_{\text{водн}}$ ), агродерново-сверхглубокоподзолистая среднепахотная – от  $6.15 \pm 0.05$  до  $7.11 \pm 0.05$  ( $pH_{\text{водн}}$ ), в третьих – практически оставалась без изменений. Так, pH солевой вытяжки агрозема светлого среднепахотного профилно оглеенного в 1987 г. составлял 5.8, а в 2015 –  $5.86 \pm 0.21$  ( $pH_{\text{сол}}$ ), а агродерново-сверхглубокоподзолистой среднепахотной (N:  $58^\circ 23.957'$ ; S:  $39^\circ 19.589'$ ) – 4.0 и  $4.34 \pm 0.02$  соответственно. Полученные данные, по всей видимости, обусловлены различным уровнем агротехнических мероприятий на данной территории. При переводе угодий из пашни в залежь наблюдается тенденция к увеличению pH. Например, показатель  $pH_{\text{водн}}$  образцов пахотного горизонта агродерново-сверхглубокоподзолистой среднепахотной постагрогенной профилно оглеенной почвы в 1987 г. составлял 4.9, а образцов, взятых в 2015 г. на том же месте –  $5.69 \pm 0.11$ . Значительное снижение кислотности отмечается и в пахотном горизонте агрообразца типичного постагрогенного мелкопахотного. Так, в 1987 г.  $pH_{\text{водн}}$  составлял 4.7, а в 2015 г., при смене землепользования пашни на залежь, –  $7.32 \pm 0.08$ . Подобная картина наблюдается и у агродерново-сверхглубокоподзолистой глубокопахотной постагрогенной почвы:  $pH_{\text{водн}}$  пахотного горизонта за 30 лет увеличился с 4.4 до  $6.73 \pm 0.03$ .

Наибольшая актуальная кислотность по данным  $pH_{\text{сол}}$  и  $pH_{\text{водн}}$  наблюдается в темногумусовой неглубокооподзоленной профилно оглеенной, а наименьшая – в агрообразце типичном постагрогенном мелкопахотном.

Таким образом, показатель кислотности изучаемых почв, как интегральный оценочный показатель, при их длительном использовании под пастбище или пашню, а также переводе угодья из пашни в залежь, существенно меняется, отражая совокупность процессов происходящих в почвах под влиянием внешних и внутренних факторов.

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

УДК 631.465:631.445.2:630\*221.01

**ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ  
И ИХ ИЗМЕНЕНИЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ  
СПЛОШНОЛЕСОСЕЧНЫХ РУБОК**

Е.М. Перминова

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

Одним из значимых показателей интенсивности протекания биологических процессов в почвах является ферментативная активность. Определение активностей таких ферментов, как каталаза, инвертаза, дегидрогеназа и др. нашло широкое применение в практике почвенно-биологических исследований.

Цель данной работы заключалась в выявлении возможности использования данных по активности некоторых ферментов для оценки сукцессионных изменений почв на вырубках среднетаежных еловых лесов.

Исследования проводили на стационаре, расположенном в Усть-Куломском р-не Республики Коми. Объектами исследований послужили ненарушенный ельник черничный (ПП 1) и молодое листовенно-хвойное сообщество, сложившееся на вырубке 2001/2002 г. (ПП 2). В период с 2008 по 2010 и в 2013 гг. проведено изучение сезонной и межгодовой динамики параметров каталазной (газометрическим методом) и инвертазной (методом Купревича-Щербаковой) активности в лесной подстилке и минеральном подзолистом горизонте. В 2008 г. была дополнительно оценена скорость деструкции целлюлозы (целлюлозолитическая активность) в летний и осенний периоды.

В результате проведенных исследований установлено, что почвы рассмотренных участков – контрольного (ПП-1) и вырубки (ПП-2) характеризуются близкими значениями каталазной и инвертазной активности, соответствующей среднему уровню обогащенности этими ферментами в подгоризонтах лесной подстилки, и низкому (бедному и

очень бедному) – в минеральных горизонтах. Ферментативная активность минеральных горизонтов находится на одном уровне в почвах коренного елового леса и молодого лиственнично-хвойного насаждения, сформировавшегося на вырубке. Для сезонной динамики каталазной активности характерно ее возрастание в органогенных горизонтах рассмотренных почв в осенний период. Динамика инвертазной активности носит более сложный характер и определяется совокупностью складывающихся экологических условий в коренном еловом лесу и на вырубке, а также режимами соответствующих им почв.

Четко выраженных закономерностей влияния вырубки леса на параметры каталазной и инвертазной активности подзолистых почв не прослеживается. В зависимости от погодных условий года, активность рассмотренных ферментов в органогенных горизонтах почвы вырубки может быть на одном уровне с почвами коренного елового леса, меньше ее, или превышать показатели ненарушенного рубками ельника черничного.

Для оценки целлюлозолитической активности почв, целлюлозу закладывали в слой ферментации лесной подстилки (горизонт O2) и в подзолистый горизонт A2 почв. Интенсивность разложения целлюлозы в минеральных горизонтах почв коренного елового леса и вырубки идентичны во все сроки. Различия в данном параметре проявились только при характеристике лесной подстилки. В летний период целлюлозолитическая активность на вырубке существенно ниже, по сравнению с коренным еловым лесом. Это может быть обусловлено снижением функциональной активности почвенной микробиоты на ранних стадиях самовосстановительной сукцессии, обусловленным изменением гидротермического режима подзолистых почв после сведения древесного полога. Однако в осенний период интенсивность разложения целлюлозы на рассмотренных участках становится полностью идентичной, что может быть связано с поступлением свежего опада и повышением активности в этот период почвенной биоты, что характерно для всех лесных экосистем.

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 доцентом, к.б.н. Е.М. Лаптевой.

ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ПОЧВ  
ЗАБОЛОЧЕННОГО ЛЕСНОГО МАССИВА  
НА ВОДОСБОРЕ оз. GERMAHOBCOKE (o. BAJAAM)  
A.C. Caгaнoвич

Российский государственный гидрометеорологический университет,  
Санкт-Петербург, saganovich.ann@yandex.ru

Температурный режим почв оказывает влияние на ее продуктивность, жизнедеятельность живых организмов, формирование микроклимата и природного комплекса местности в целом. При изучении взаимодействий в системе озеро-водосбор необходимо учитывать физико-химические параметры почв на водосборных площадях, так как без этого невозможно получение количественных оценок влияния характеристик ландшафта на превращения вещества и энергии в озерах, что особенно актуально для малых лесных озер. Основные задачи исследования: 1. сравнительный анализ температурного режима на двух участках водосбора, контрастных по физико-химическим параметрам почв; 2. выявление особенностей годового хода температуры почвы на исследованных участках.

Оз. Германовское расположено в восточной части о. Валаам (площадь зеркала – 1.0 га). Растительность по берегам озера представлена заболоченными сосновыми, еловыми и елово-сосновыми лесами. В основу работы положены данные по температуре почвы за период с июня 2014 по октябрь 2015 гг. Измерения проводились с помощью температурных логгеров системы Термохрон, интервал измерения – 1 час. Для исследованных участков выполнены описание растительности и основных физико-химических параметров почвы.

Первый участок располагался в западной части водосбора на плоской верхушке сельги и характеризовался почвами средней плотности, а также малой мощностью подстилки ( $A_0$ ), небольшим количеством минерального материала, присутствием корней. Второй располагался в северо-восточной части на склоне другой сельги, он отличался наличием значительного количества перемещенного каменистого материала (размер камней от 5 до 25 см в диаметре), до глубины 10 см почвы были очень рыхлыми.

В летний период почва характеризовалась относительно невысокими значениями температуры (табл.), межгодовые различия также были относительно небольшими. В относительно «теплом» 2014 г. верхние горизонты накопили приблизительно на 100–200 °С больше. Различия меж-

ду участками в динамике прогрева почвы, вероятно, связаны со значением важнейших физико-химических параметров и ее водными свойствами.

Таблица. Характеристики температурного режима почв двух участков водосбора оз. Германовское в летний период, 2014 и 2015 гг.

Участок	Горизонт	Ср. (мин/макс)	Аккумулятивная
2014 г.			
№ 1 «Сельга»	5 см	12.2 (7.9/16.5)	1128.9
	10 см	11.0 (7.0/14.5)	1011.8
№ 2	5 см	13.1 (7.5/17.3)	1207.4
	20 см	11.3 (7.8/14.5)	1046.7
2015 г.			
№ 1 «Сельга»	5 см	11.1 (8.0/14.1)	1021.8
	10 см	9.8 (6.8/12.6)	901.1
№ 2	5 см	11.0 (7.4/13.8)	1012.3
	20 см	10.7 (6.7/13.5)	985.5

Особенностью годового хода температуры почвы можно считать относительно небольшое количество дней с температурой равной 0 °С и ниже. В зависимости от участка и горизонта продолжительность этого периода варьировала от 50 (участок № 1, 5 см) до 110 дней (участок № 2, 5 см); он начинался с третьей декады декабря и завершается во второй декаде апреля. Сумма положительных температур в пределах деятельного слоя в зависимости от участка и горизонта варьировала от 1897 до 2110 °С.

Работа рекомендована к.б.н., доцентом А.Б. Степановой.

УДК 631.4

**ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ФРАКЦИЙ  
ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО  
ЧЕРНОЗЕМА НА ТЕРРИТОРИИ ИНТЕНСИВНОГО  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

И.А. Сахабиев

Институт проблем экологии и недропользования Академии Наук  
Республики Татарстан, г. Казань, [ilnassoil@yandex.ru](mailto:ilnassoil@yandex.ru)

Без учета данных содержания гранулометрических фракций не представляется возможным получить корректную информацию о пространственной и временной динамике свойств почв. В то же время, для большого массива данных определение гранулометрического состава



почв довольно затруднительно ввиду длительности получения данных содержания элементарных почвенных частиц. Дистанционное зондирование Земли позволяет увеличить скорость получения данных о гранулометрическом составе почв за счет прогнозных моделей, которые включают информацию каналов космо- и аэроснимков.

К тому же использование данных дистанционного зондирования Земли позволяет исследовать обширные территории, что является несомненным преимуществом в исследовании пространственного распространения свойств почв.

Объектом исследования выступала территория Заинского государственного сортоиспытательного участка, расположенная в Заинском районе Республики Татарстан. Почвенный покров территории сортоиспытательного участка представлен выщелоченными черноземами. На территории сортоучастка были отобраны 60 объединенных почвенных проб, в которых было определено содержания гранулометрического состава по пипеточному методу Качинского–Робинсона–Кёхля (с предварительной обработкой пирофосфатом натрия). В качестве данных дистанционного зондирования были использованы каналы 1–5,7 сцены Landsat 5 TM за 25.05.2011. Помимо этого было использованы следующие спектральные индексы: Grain size index, Clay index, Panchromatic band, MID-infrared index. Задачей являлось исследование возможности применения отдельных спектральных каналов и спектральных индексов в прогнозировании пространственного распределения гранулометрического состава почв.

В ходе исследования было выяснено, что содержание глины (фракция < 0.001 мм) имеет среднюю положительную связь со значениями спектральных каналов 1–3 ( $r = 0.59; 0.64; 0.56$ ), и также положительную, но слабую связь со значениями спектральных каналов 4–5 ( $r = 0.49; 0.39$ ). Наибольшее значение коэффициента корреляции между значениями отражения почв и содержанием глины наблюдается в канале 2 ( $r = 0.64$ ). Взаимоотношения между содержанием глины и значениями спектральных каналов являются близкими к линейным.

Далее были построены модели зависимости содержания глины от значений отражения спектральных каналов. Наиболее полно взаимоотношение между значениями спектральных каналов и содержанием глины описывается моделью, которая включает в себя значения канала 2. В этом случае значения спектрального отражения канала 2 на 40.86 % объясняют изменчивость содержания частиц < 0.001 мм в выщелоченных черноземах исследуемой территории. Аналогичный анализ был проведен для спектральных индексов, потенциально подходящих для пространст-

венного прогноза гранулометрического состава почвенного покрова участка. Результат показывает, что содержание глины в значительной степени возможно спрогнозировать панхроматическим индексом ( $r = 0.62$ ), что подтверждается значением коэффициента детерминации  $R^2 = 38.49\%$ . На основе полученной модели были построены карты пространственного распространения фракций гранулометрического состава почв почвенного покрова Заинского сортоиспытательного участка.

УДК.631.482.1

## АЛЛЮВИАЛЬНЫЕ ПОЧВЫ МАЛЫХ РЕК ЗАПОВЕДНИКА СТОЛБЫ

А.О. Сорока

Сибирский федеральный университет, stasi-elster@mail.ru

Заповедник «Столбы» – уникальный природный комплекс, расположенный в окрестностях г. Красноярска, имеющий высокое значение, как в культурном, так и в природоохранном отношении. В связи с этим особое внимание следует уделять изучению экосистем заповедника, в частности – почвенному покрову как одному из важнейших компонентов ландшафта. В настоящее время большое количество работ посвящено автоморфным почвам, гидроморфные же остаются практически не изучены.

Целью данной работы является изучить особенности аллювиальных почв заповедника «Столбы», их генезис и таксономическую принадлежность.

Аллювиальные почвы, занимая незначительный процент почвенного покрова (около 1.2 %), выполняют очень важную экологическую функцию. Поймы рек являются наиболее продуктивными ландшафтами, сочетая в себе высокую активность биологических и геологических факторов.

Пестрый петрографический состав подстилающих пород и высокая расчлененность рельефа в условиях заповедника «Столбы» оказывают непосредственное влияние на характер аллювиального осадконакопления, гидродинамические условия рек и, как следствие, формирование и устойчивость почвенного покрова пойм. Для территории характерно широкое разнообразие коренных пород (сланцы, известняки, песчаники, доломиты, сиенитные интрузии), перекрытых чехлом рыхлых проллювиально-делювиальных отложений. Все это влияет как на гранулометрический состав почв и материнских пород, так и на минералогические характеристики.

Исследованные почвы характеризуются высокой щебнистостью, укороченным профилем, низким содержанием физической глины. В составе мелкозема доминирует фракция мелкого и среднего песка, крупной пыли. Количество мелкозема не превышает 60 %.

Разрезы закладывались в долинах руч. Калтат – левый приток р. Базаиха, расположен в пограничной территории буферной зоны заповедника, и руч. Воложин (заповедная зона, приток р. Б. Слизнева.) Для всех почв характерны включения угля разного размера (2–10 мм), для почв руч. Калтат – антропогенные включения.

Содержание карбонатов кальция во всех почвах высокое (от 3 до 10 %) Наибольшее содержание в разрезе, заложенном на руч. Воложин – от 4 (AY) до 10 % в гор. Cq,ca. Подстилающие породы содержат прослой известняков и доломитов, что объясняет высокое содержание карбонатов в почвенном профиле. Насыщенность основаниями 43.2–49.6 мг-экв/100 г. Характерны железисто-марганцевые конкреции, включения карбонатов железа в скелете почв. Значения pH изменяются от 6.5 до 7.6. Оглеение развито слабо, характерны охристые и сизые пятна. Вскрытая почва – аллювиальная темногумусовая квазиглеевая маломощная слабонасыщенная песчаная сильно скелетная на карбонатном песчано-щебнистом аллювии. Почвенный профиль: O–AU–AUca,q–Cca,q.

В почвах руч. Калтат повышается кислотность среды (6.1–6.7). Содержание карбонатов уменьшается (до 3–4 %). Исследуемые почвы относятся к следующим видам: аллювиальная гумусовая типичная примитивная маломощная песчаная (AY–C). Развивается на галечниках с супесчаным заполнителем, на поверхности низкой поймы. Содержание гумуса по профилю 6 % (AY) и 3 % (C), обменные основания изменяются в пределах 27–35 мг-экв/100 г. Аллювиальная темногумусовая глеевая типичная маломощная супесчаная (O–AUg–CG). Разрез заложен на поверхности средней поймы, гумусированность высокая по всему профилю 11 % (O) – 5 % (CG) что объясняется слоями детрита, привнесенной органикой. Сумма обменных оснований 23–28 мг-экв/100 г.

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

ХАРАКТЕРИСТИКА МОРФОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ  
КРИОМЕТАМОРФИЧЕСКОГО ОТДЕЛА  
ТЕРРИТОРИИ СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ

Д.В. Тишкова

Нижевартовский государственный университет,  
dariaamiss2013@yandex.ru

Почвы криометаморфического отдела, достаточно широко представлены в среднетаёжной зоне Западно-Сибирской равнины. Их основные ареалы распространения относятся к суглинистым отложениям неоплейстоценового и эоплейстоценового времени. На территории Среднего Приобья эти отложения складывают следующие возвышенности: Верхнетазовскую возвышенность, нерасчлененные поверхности Сибирских Увалов Аганский Увал, Вах-Тымскую возвышенность, Юганско-Ларьёганскую приподнятую террасу левобережной долины р. Обь.

Почвы криометаморфического отдела до появления «Классификации и диагностики почв России» (2004) не выделялись. Они диагностировались разными авторами по-разному: таежно-поверхностно-глеевые (Долгова, 1972), кислые недифференцированные элювиально-глеевые и глееватые (Караваева, 1973), кислые недифференцированные элювиально-глееватые (Овчинников, Соколова, Таргулян, 1973), мерзлотно-таёжные почвы (Иванова, 1976), глеезёмы оподзоленные (Хренов, 2002), глеевые или глееватые (Хренов, 2011), буровато-глеевая глинистая (Никитин, 2013). В атласе Ханты-Мансийского автономного округа (2004) И.П. Гавриловой и В.Д. Тонконоговым описаны почвы криометаморфического отдела: органо-криометаморфические почвы и светозёмы, показано место их расположения.

Исследуемая органо-криометаморфическая почва в разрезе Аганского увала имеет следующее морфологическое описание:

АО 0–16 см	Темно-бурый, однородный, сухой, растительные остатки средней степени разложения, густо пронизан корневой системой, граница ровная, переход по составу и цвету.
CRMg 16–50 см	Сизовато-коричневый с охристыми полосами, окраска неоднородная, влажный, структура многопрядковая от крупных орехов до угловатых крупинок, тяжелый суглинок, имеются Fe-Mn пятна примазок в до 1 см, живых корней 2 %, переход к нижележащему горизонту не выражен, по отсутствию охристых полос.

CRM 50–120 см	Сизовато-коричневый, окраска однородная, увлажненный, структура угловато-крупинчатая, тяжелый суглинок, граница ровная переход резкий по цвету и структуре.
С от 120 см	Коричневый с глянцевым отливом, однородный, мокрый, ореховатый, плотный, тяжелый суглинок, агрегаты диаметром 1–3 см имеют ланцевидную форму с Fe-Mn кутанами на гранях педов.

Криометаморфические горизонты определяются угловато-крупинчатой структурой, верхний CRMg имеет большую глеевость, проявленную сизоватым цветом и охристыми полосами.

#### Литература

1. Гаврилова И.П., Тонконогов В.Д. Автоморфные почвы // Атлас Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Ханты-Мансийск; М.; Новосибирск, 2004. Т. 2: Природа и экология. 250 с.
2. Долгова Л.С., Гаврилова И.П. Особенности почв средне- и северотаежных подзон Западной Сибири (в пределах Тюменской области) // Природные условия Западной Сибири. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1972. Вып. 1. С. 77–90.
3. Иванова Е.Н. Классификация почв СССР. – М.: «Наука», 1976. – 227 с.
4. Караваева Н.А. Кислые элювиально-глеевые почвы средней и северной тайги Западной Сибири // Почвоведение. 1973. № 3. С. 3–18.
5. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
6. Никитин Е.Д. Функционально-динамическое почвоведение и земледелие. Таёжно-лесное образование. – М.: МАКС Пресс, 2013. – 576 с.
7. Овчинников С.М., Соколова Т.А., Таргульян В.О. Глинистые минералы в суглинистых почвах тайги и лесотундры Западной Сибири // Почвоведение. 1973. № 12. С. 90–103.
8. Хренов В.Я. Почвы Тюменской обл. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. – 156 с.
9. Хренов В.Я. Почвы криолитозоны Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 2011. – 211 с.

Работа рекомендована к.г.н., доцентом Е.А. Коркиной.

ОСОБЕННОСТИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЮЖНОГО ОТРОГА  
АБАКАНСКОГО ХРЕБТА

К.В. Фоменкова

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова  
Kseniyafomenkova@mail.ru

Цель работы – изучение факторов почвообразования, свойств и генезиса почв южной части Абаканского хребта.

Основные задачи:

1. Изучить морфологическое строение и свойства почв в условиях горного ландшафта;
2. Дать характеристику факторов и генезиса почв на исследуемой территории;
3. Исследовать влияние экспозиции склона и высотной поясности на почвы.

Район проведения исследований. Алтайский биосферный заповедник расположен на востоке Республики Алтай и занимает северную и восточную часть бассейна Телецкого озера, протягиваясь на юг до озера Джулукуль. Алтайский биосферный заповедник и Телецкое озеро являются объектами Всемирного природного наследия ЮНЕСКО в номинации «Алтай – Золотые Горы».

Рельеф заповедника характеризуется многообразием форм: высокогорный альпийский сменяется платообразными нагорьями, широкими долинами и глубокими каньоновидными ущельями. На климат Алтая оказывает влияние близость территории к засушливым пространствам Азии и удаленность от океанов, в результате, на территории заповедника формируется умеренный континентальный климат в приозерной зоне, сменяющийся на континентальный на юго-востоке заповедника.

Для изучения почвенного покрова южного отрога Абаканского хребта был совершен маршрут Беле-Кожлон, заложено и описано 20 разрезов. Данные почвы, серогумусовая, темногумусовая и перегнойно-темногумусовая, относятся к типам органо-аккумулятивного отдела, для которых характерен ясно выраженный гумусовый горизонт, постепенно сменяющийся почвообразующей породой. Внутри каждого типа выделяется несколько подтипов почв в зависимости от модификации основных генетических горизонтов.

Профиль серогумусовых почв представлен следующим набором горизонтов: АО–АУ–АУС–С. Для них характерен серогумусовый горизонт АУ, ниже которого расположены переходные к почвообразующей

породе горизонты. Почвы данного типа формируются на склонах восточной экспозиции и вершинах хребтов под разреженными лесами с густым травянистым покровом.

Профиль темногумусовых почв представлен следующим набором горизонтов: AU–AUAY–C, для них характерен темногумусовый горизонт AU. Формируются на пологих склонах восточной и западной экспозиций, на вершинах хребтов под лугами и лесами с густой травянистой растительностью.

Профиль перегнойно-темногумусовых почв представлен следующим набором горизонтов: AH–AY–C. В верхней части профиля формируется перегнойно-темногумусовый горизонт AH. Данный тип почв приурочен к пологим склонам южной и юго-восточной экспозиций.

Также выделяются переходные между типами почвы: темносерогумусовые, перегнойно-темносерогумусовые почвы. Первые, в основном, встречаются в тундровом поясе, последние – на склонах западной экспозиции лесного пояса.

Наиболее мощный гумусовый профиль характерен для склонов западной экспозиции, при этом глубина залегания гумусовых горизонтов достигает наибольших глубин, в отличие от почв склонов восточной экспозиции.

Работа рекомендована д.г.н., проф. А. Н. Геннадиевым.

УДК 631.416.9:633.2.03(470.67)

## ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИРОДНЫХ РАЙОНОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ

Д.В. Церен-Убушиева, О.С. Сангаджиева

Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова,

Элиста, tserenubushieva.d@gmail.com

Районирование территории на ландшафтно-геохимической основе возникло и развивалось в связи с вопросами практики народного хозяйства: мелиорацией почв, геохимическими поисками полезных ископаемых, химизацией земледелия, охраной среды от химического загрязнения. Проблема эколого-аналитического контроля в Республике Калмыкия характеризуется следующими объективными факторами; большими площадями засоленных, эродированных и опустыненных земель; высокими темпом роста количества новых загрязнителей; сложностью аналитических задач вследствие большого разнообразия и широкого диапазо-

на показателей; отсутствием ПДК для многих и особенно новых загрязнений, выявленных на территории республики. Наиболее напряженная экологическая обстановка создается в районах Сарпинской низменности, Западного Маньча, Черных Земель, где на природные геохимические аномалии накладываются техногенная и антропогенная нагрузки. К тому же они совпадают с глубинными разломами, прогибами, к которым приурочены геопатогенные зоны над залежами нефти и газа, с которыми связаны радиохимические аномалии. Научно обосновано, что над залежами нефти и газа под воздействием вертикальной миграции углеводородов происходит горизонтальная миграция радиоактивных элементов и тяжелых металлов, изменяющая их концентрацию в почвах.

На подвижность микроэлементов оказывают влияние водный, воздушный, биогеохимический барьеры. Выделено 12 геохимических районов, входящих в следующие 4 биогеохимических округа: 1. со слабой миграционной способностью микроэлементов в почвах, развитых на глинах; 2. с ниже средней миграционной способностью микроэлементов в почвах, развитых на карбонатных суглинках; 3. со средней миграционной способностью микроэлементов в почвах, развитых на легких суглинках (некарбонатных); 4. с высокой миграционной способностью микроэлементов в почвах, развитых на песках. Максимальное содержание микроэлементов, достигающее 2000 мг/кг, имеет место в почвах второго геохимического округа, развитых на карбонатных суглинках морских отложений. В этом округе отмечается относительно низкое содержание в почвах токсичных микроэлементов, в связи с чем соответственно и более высокий коэффициент полезности ( $K_p$ ). Близкое содержание микроэлементов имеют и почвы третьего геохимического округа, развитых на легких суглинках, где оно достигает 1800 мг/кг; однако в почвах этого округа содержится больше токсичных микроэлементов, что снижает коэффициент полезности до 1.9. Заметно меньше микроэлементов в почвах первого геохимического округа, развитых на глинах (1764 мг/кг), однако из-за меньшего содержания токсичных микроэлементов коэффициент  $K_p$  этих почв (2.06) близок к коэффициенту полезности почв 2 геохимического округа. В последнем округе содержание микроэлементов наименьшее (1350 мг/кг) при более высоком содержании вредных микроэлементов, в связи с чем коэффициент полезности самый низкий – 1.2.

В среднем по РК степень обеспеченности почв молибденом, медью, кобальтом лежит ниже границы нижнего предела; марганцем, никелем – в пределах нижней границы нормального предела; бором – на нижней границе повышенной концентрации; а стронцием – на верхней



границе нижнего предела. В 12 геохимических районах четырех геохимических округов установлено большое разнообразие геохимических рядов, состоящих из 8 микроэлементов, соответственно убыванию их концентраций. Характерен почти для всех геохимических рядов Zn, стоящий на 1-ом месте и только в 9 и 10 рядах он заменен на бор. Основной частью встречающейся геохимической ассоциации микроэлементов является Zn, V, B, Mn, Pb (24 районов), на долю этих двух геохимических рядов приходится 56 % геохимических районов.

Работа рекомендована д.б.н., проф. кафедры химии КалмГУ Л.Х. Сангаджиевой.

УДК 631.48

## ЛИТОВОДОСБОРНЫЕ БАССЕЙНЫ НА СЕВЕРНОМ УРАЛЕ (НА ПРИМЕРЕ ГПЗ «ВИШЕРСКИЙ»)

М.С. Шаньгин

Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова, shangin.matvey@mail.ru

Любой компонент природной среды является частью геопространства. Бассейновый тип геопространства имеет полузамкнутый способ организации с хорошо выраженными границами. Особенности развития русла какого-либо морфодинамического типа зависят от геолого-геоморфологических условий. В связи с этим, рельеф в горных условиях, как фактор почвообразования, является ведущим в формировании определенной геосистемы, и на основании этого, структура почвенного покрова контролируется разнообразием макро-, мезо- и микроформ рельефа. Бассейновый подход используют для определения структуры почвенного покрова гор и роли геоморфологических процессов.

Проведение исследований по данной теме предполагает на первом этапе выделение литоводосборных бассейнов. Задачи исследования: подобрать в качестве топографической основы изображение территории заповедника, используя навигационную программу SasPlanet; отрисовать гидрографическую сеть исследуемой пространственной области и на ее основе выделить литоводосборные бассейны.

Исследования проводили на Северном Урале на территории государственного природного заповедника «Вишерский», который занимает верхнюю часть водосбора реки Вишера (Красновишерский район Пермского края). Среднегорье Северного Урала занимает крайний северо-восток Пермского края и приурочено к осевой зоне горной страны.

Здесь встречаются самые высокие вершины региона. Высота многих хребтов превышает 1000 м. Инверсионный рельеф образуется за счет выходов кварцитов, различных интрузий, устойчивых к выветриванию. Для всей площади заповедника характерна густая сеть постоянных водотоков и обилие мелких верховых болот, расположенных на слабо дренированных склонах речных долин. Крупных озер в заповеднике нет. Малочисленные мелкие озерца представлены лишь на застойных понижениях верховых болот и на днищах горных впадин, затапливаемых водами ручьев и тающих снежников. Речная сеть ориентирована в меридиональном и широтном направлениях и имеет хорошо выраженное прямоугольное строение. Центральная водная артерия заповедника – река Вишера и ее притоки: реки Хальсория, Ниолс, Мойва (с Большой Мойвой), Малая Мойва, Лопья, Лыпя, Вёлс. Свое исследование мы начали с бассейна реки Мойва, объединяющего реки Малую Мойву и Большую Мойву.

Детальная цифровая карта (масштаб 1:200 000) литоводосборного бассейна р.Мойва, составлена с помощью ГИС-программного продукта MapInfo Professional 10.5. Площадь бассейна реки Мойва составляет 607.3 км<sup>2</sup>. Средняя ширина водосбора 8.9 км, а коэффициент вытянутости водосбора 7.6 км, при протяженности реки 75 км. В состав бассейна входит 10 небольших рек, имеющих как правую, так и левую асимметрию. Притоки впадают в реки под прямым углом, русла малоизвилисты.

Литоводосборный бассейн р. Мойвы имеет листообразную форму. Условно территорию бассейна можно разделить на 3 подбассейновых геосистемы: 1. водосбор р. Бол. Лиственничный, наиболее разветвленный в южной части; 2. водосбор р. Ольховка в средней части бассейна; 3. водосбор р. Большая Мойва и р. Мойва довольно разветвленный в северной части. Разделение проведено по морфометрическим параметрам рельефа территории и по характеру водного стока. Глубина врезания изменяется по течению реки и зависит от профиля среднего ската местности и формы продольного профиля реки (составляет в среднем 200–300 м). Перепад высот от водораздела к руслу рек варьирует от 1200 до 200 м н.у.м. Коэффициент густоты речной сети 0.17 км/км<sup>2</sup>.

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

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В БУРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ  
ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Г.В. Шипкова, К.А. Афанасьев, С.Н. Сушкова  
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,  
galina\_shipkova@mail.ru

Целью работы является исследование особенностей накопления и распределения тяжелых металлов (ТМ) в бурых лесных почвах Псковской области.

Объект исследования – наименее изученные бурые лесные почвы Полистовского заповедника, сформированные на красной морене тяжелосуглинистого и глинистого состава. Эти почвы занимают незначительные площади в зоне преобладания торфяных и дерново-подзолистых почв на хорошо дренированных участках. Содержание ТМ в почвах определено рентгенофлуоресцентным анализом на приборе «Спектроскан МАКС-GV». Было заложено 2 разреза: на повышенном элементе рельефа (101 м н.у.м., внутри болотного массива) – бурая лесная легкосуглинистая почва и на небольшом возвышении (83 м н.у.м., на окраине болота) бурая лесная супесчаная почва. Особенность исследуемых почв – меньшая мощность горизонтов по сравнению с аналогичными почвами Радилковского болотного массива Псковской области (Федоров и др., 2015).

Результаты исследований (табл.) показали отсутствие загрязнения изучаемых почв ТМ. На фоне обогащенности почвообразующих пород Pb, Cu и Cr, содержания этих ТМ в профиле незначительны. Установлено сходное накопление большинства ТМ в исследуемых почвах, за исключением MnO и Pb, содержание которых было в 2–3 раза больше на менее возвышенном участке рельефа. Это объясняется тем, что на данном участке более интенсивно протекают процессы гумусонакопления за счет более мощного опада и разложения подстилки. Вместе с тем, дренаж достаточный для того, чтобы не развивалось оглеение и в профиле не наблюдалось признаков оподзоленности. Высокие содержания ТМ в горизонте ВС относительно всего профиля объясняются влиянием подстилающей породы и выносом ТМ из верхних горизонтов. Повышение содержания MnO в горизонте АВ происходит за счет лессиважа, что подтверждается изменениями гранулометрического состава по профилю почв.

Разрез на менее возвышенном участке отличается также большей дифференциацией содержания ТМ по профилю из-за более легкого гранулометрического состава почвы, в связи с чем ТМ выносятся (коэффициент накопления ТМ относительно почвообразующей породы (Кн) в

большинстве случаев менее 0.4). Для сравнения, на возвышенном участке Кн для всех элементов выше, кроме того, идет накопление Mn (Кн = 1.3–1.4).

Таблица. Валовое содержание тяжелых металлов (ppm) в бурых лесных почвах Псковской области.

Горизонт (глубина, см)	Cr	MnO	Cu	Zn	Pb
Разрез на возвышенном элементе рельефа					
A <sub>1</sub> (2–10)	59.42	466.99	23.88	38.08	6.8
AB (10–19)	58.23	513.94	21.68	38.32	9.19
B (19–34)	57.23	524.65	20.24	45.65	5.27
C (>34)	82.81	367.56	33.1	55.22	29.74
Разрез на небольшом возвышении					
A <sub>1</sub> (4–12)	57.91	624.88	17.18	30.13	3.95
AB (12–28)	67.19	1712.12	23.14	31.09	18.6
B (28–53)	75.42	1189.17	29.9	50.4	20.02
BC (>53)	269.1	1589.32	61.4	63.28	63.67

Бурые лесные почвы Псковской области отличает высокое содержание в почвообразующей породе, но слабое накопление в профиле Pb, Cu и Cr. На распределение ТМ по профилю влияет положение в рельефе и по отношению к путям миграции элементов, состав материнских пород, промывной режим. В почве более тяжелого гранулометрического состава на возвышенном участке наблюдается меньшая дифференциация ТМ по профилю.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ, проект № 5.885.2014/К.

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

УДК 631.4

## ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИТОВОДОСБОРНЫХ БАССЕЙНОВ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ (НА ПРИМЕРЕ ГПЗ «БАСЕГИ»)

П.С. Шутов

Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени  
академика Д.Н. Прянишникова, sven.a@mail.ru

В настоящее время активно развивается геосистемный подход в науках о Земле, но единого мнения нет о критериях пространственного определения геосистем, в которых факторы почвообразования высту-

пают как средообразующие, формирующие определенные ниши для разных почв. В геоморфологии в качестве элементарных геоморфологических систем используют малые лито- и водосборные бассейны. Геопространственный анализ на основе бассейнового подхода зависит от возможности выделения границ бассейнов по цифровым моделям рельефа с использованием информационных технологий.

Цель исследования – выделить литоводосборные бассейны на Среднем Урале и дать их характеристику. Задачи исследования: изучить материалы картографической съёмки, и на их основе осуществить пространственную привязку изображения в системе Mercator WGS 84; создать электронную карту рельефа поверхности исследуемой пространственной области; на основе интерполируемой поверхности выделить гидрографическую сеть в пространстве и геосистемы литоводосборных бассейнов.

Исследования проводили на Среднем Урале на территории государственного природного заповедника «Басеги», в состав которого входит хребет Басеги, залегающий западнее от водораздельной части Урала между 58°50' и 60° с.ш. Басеги представляют собой меридианально вытянутый хребет из трех гор: Северный Басег (951.9 м), Средний Басег (994.7 м), Южный Басег (851 м). Самая низкая точка в заповеднике находится в районе устья р. Коростелевки – 314 м. Детальная интерполированная поверхность (масштаб 1:120 000) рельефа составлена с помощью модуля геоанализа Mapinfo Vertical Mapper 3.0, ГИС-программного продукта MapInfo Professional 10.5. Карта бассейновой территориальной структуры выполняется на базе цифровой модели рельефа (ЦМР), созданной на основе оцифрованных топографических карт. Далее выполняется построение гридов направлений стока (линии тока) и кумулятивного стока, определение водотоков и присвоение порядка каждому звену эрозионной сети. Завершающим этапом создания бассейновой структуры является определение границ микроводосборов и речных бассейнов с помощью приложения ArcHydro 4.1. Далее создаются морфометрические карты (уклонов и экспозиции).

Используя ГИС-технологии, нами, построена карта гидрографической сети для заповедника и прилегающей территории. На территории заповедника встречается 18 рек различной величины, которые формируют водосборы различного порядка. Площадь бассейнов рек варьирует в широких пределах (7.68–400.37 км<sup>2</sup>). Средняя ширина водосбора небольшая и изменяется от 2.07–6.42 км. Реки имеют как правую, так и левую асимметрию. В формирующихся микроводосборах выраженная асимметрия рек еще отсутствует.

Морфологическое строение литоводосборного бассейна отражается в соответствующем ландшафтном рисунке. Различия типов бассейнов определяются различием рисунков стоковой системы. Так, в западной части от хребта формируются литоводосборные бассейны в форме дубового листа, а в восточной – стоковая система формируется в виде лопасти. Таким образом, образование разных горных литоводосборных бассейнов указывает на различные процессы разрушения горного массива и роста русловой системы трещин вверх по склону в западной и восточной части хребта. Более активно бассейнообразование происходит на западных склонах хребта, что приводит к «деформации» структуры сложившейся высотной поясности почвенно-растительного покрова. Морфологические элементы бассейна характеризуются различным почвенным покровом. Выделенные структуры впоследствии будут основой для определения почвенного покрова заповедника.

Работа рекомендована к.с.-х.н. доцентом Самофаловой И.А.

## Секция IV

*Сохранение и повышение  
плодородия почв*

## ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПОЧВ ДЛЯ УСЛОВИЙ ЮГА КАЗАХСТАНА

Б.Ш. Аманбаева

Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства,  
Тараз, Казахстан,  
amanbaeva88@mail.ru

В мире орошаемое земледелие, занимая 17 % всей площади возделываемых земель, дает 41 % продукции растениеводства. На территории Казахстана основными факторами, оказывающими влияние на плодородие почв земель сельскохозяйственного назначения, являются засоление почв выше порога токсичности и обеспечение влагой в недостаточном количестве. В частности при освоении солонцеватых и щелочных почв необходимо решать первоочередную задачу: улучшать водно-физические и химические свойства орошаемых земель, путем внесения химвелиорантов (гипс, фосфогипс), совершенствования технологии орошения и повышения продуктивности орошаемого земледелия на такыровидных и солонцеватых почвах.

В связи с этим, целью исследований являлось повышение плодородия солонцеватых, щелочных серозёмных агропочв.

Для повышения плодородия почв и улучшения физико-химических свойств почвв зоне Арысь-Туркестанского канала ЮКО были проведены исследования в соответствии со следующей схемой:

1 вариант – контроль (без внесения фосфогипса); 2 вариант – внесение фосфогипса в дозе 2.5 т/га; 3 вариант – внесение фосфогипса в дозе 5.0 т/га; 4 вариант – внесение фосфогипса в дозе 10.0 т/га.

В качестве химического мелиоранта был использован фосфогипс. Изучаемой сельскохозяйственной культурой был выбран хлопчатник.

Результаты исследований показали, что при прочих равных условиях изменение норм внесения фосфогипса предопределили различную интенсивность рассолонцевания агропочв. В варианте с внесением 2.5 т/га фосфогипса количество магния снизилось на 3.6 %, с внесением 5.0 т/га, – на 5.3 %. Самое большое количество вытесненного магния наблюдалось на варианте с внесением 10.0 т/га фосфогипса. Установленная закономерность рассолонцевания почв при изменении доз внесения фосфогипса позволила разработать технологию повышения плодородия почв магниевого осолонцевания.

Выводы и рекомендации. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур при химической мелиорации солонцеватых и ще-



лочных агропочв с внесением фосфогипса, достигается за счет снижения токсичности щелочных солей, повышению подвижных форм фосфора и улучшения физико-химических свойств корнеобитаемой толщи почв. Внесение фосфогипса 10 т/га снизило содержание магния на 5.9 %, также фосфогипс можно использовать как мелиорант, для снижения солонцеватости и щелочности почв, а также как фосфорное удобрение. В 1 тонне фосфогипса содержится 25–30 кг  $P_2O_5$ .

Работа рекомендована зав. отд. «Мелиорации и экологии орошаемых территорий», д.с.-х.н., проф. Р.К. Бекбаевым.

УДК 631.417.2

ИЗМЕНЕНИЕ ГУМУСОВОГО СОСТОЯНИЯ  
ПОЛУГИДРОМОРФНЫХ ПОЧВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЭЛЬБРУССКОГО  
ВАРИАНТА ПОЯСНОСТИ КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ ПРИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

Е.О. Аргишева

ФГБУН Институт экологии горных территорий им. А.К. Темботова  
КБНЦ РАН, г. Нальчик  
lena.argisheva@mail.ru

Содержание и запас органического вещества – важнейшие характеристики применяемые при количественной оценке почвенного плодородия [1]. Целью исследования являлась оценка изменения гумусового состояния пахотных почв, в сравнении с их естественными аналогами. Объект исследования – полугидроморфные лугово- и луговато-черноземные агропочвы, распространенные в степной зоне эльбрусского варианта поясности [2]. Почвенные пробы (29 образцов) в слое 0–20 см отбирались в летний полевой сезон 2015 г. Содержание гумуса определялось методом И.В. Тюрина в модификации Никитина,  $pH_{H_2O}$  – потенциометрически, плотность и влажность почв – весовым методом [1].

Анализ полученных показателей (табл.) позволяет определить видовую принадлежность изученных почв: обрабатываемые лугово- и луговато-черноземных агропочвы являются слабогумусированными (менее 4 %), а почвы биогеоценозов – малогумусными (4–6 %) [1]. Установлено, что использование исследуемых почв в сельскохозяйственном производстве приводит к снижению содержания гумуса в пахотном слое на 33.3 % в лугово-черноземных и на 36.7 % в луговато-черноземных агропочвах. Запасы гумуса в слое 0–20 см естественных почв, которые следует оценить как средние (100–150 т/га), в результате

агровоздействия снижаются на 30 % и могут быть отнесены к категории низких (50–100 т/га). По мнению специалистов по экологической оценке [3], порог устойчивости почвенных систем не допускает утраты более 30 % биоэнергетического потенциала почв. Анализ полученных данных выявил статистически значимое снижение содержания ( $p < 0.001$ ;  $t > 4.3$ ) и запасов гумуса ( $p < 0.001$ ;  $t > 3.3$ ) в среднем на 35 % и 29.5 % соответственно. Пахотные почвы изученных территорий функционируют на более низком уровне плодородия, в сравнении с их естественными аналогами, а установленные существенные изменения изученных показателей указывают на снижение устойчивости агрогенных почв и их способности к самовосстановлению.

Таблица. Основные показатели изученных почв.

Почвы	$pH_{H_2O}$	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Содержание гумуса, %	Запасы гумуса, т/га
Лугово-черноземные	<u>8.3±0.1</u>	<u>1.3±0.1</u>	<u>3.6±0.3</u>	<u>93.6</u>
	7.9±0.2	1.2±0.1	5.4±0.4	129.6
Луговато-черноземные	<u>8.3±0.1</u>	<u>1.3±0.1</u>	<u>3.1±0.1</u>	<u>80.6</u>
	8.2±0.1	1.2±0.1	4.9±0.3	117.6

Примечание: в числителе – показатели почв агроценозов, в знаменателе – биогеоценозов.

#### Литература

1. Вальков В.Ф., Колесников С.И., Казеев К.Ш. Почвы юга России: классификация и диагностика. Ростов-на-Дону: СКНЦ ВШ. 2002. 349 с.
2. Соколов В.Е., Темботов А.К. Позвоночные Кавказа. Млекопитающие. Насекомоядные. М., Наука. 1989. 547 с.
3. Яковлев А.С., Евдокимова М.В. Экологическое нормирование почв и управление их качеством // Почвоведение. 2011. № 5. С. 582–597.

Работа рекомендована к.б.н., доцентом, зав. лабораторий почвенно-экологических исследований ИЭГТ КБНЦ РАН О.Н. Горобцовой.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМОВ  
ОБЫКНОВЕННЫХ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ  
В ПОСЕВАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА

С.В. Батаева

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И.

Вавилова, pavvta@yandex.ru

Кислотно-основная буферность почвы и катионный состав почвенно-поглощающего комплекса (ППК) в значительной мере определяют рост и развитие сельскохозяйственных культур.

Целью наших исследований явилось изучение физико-химических свойств почв в посевах различных гибридов подсолнечника при применении удобрений.

Исследования проводили в Аткарском филиале ООО «Новопокровское» Саратовской области. Почвы опытного участка – агрочерноземы обыкновенные среднегумусные среднемощные среднесуглинистые. Закладку опыта осуществляли в соответствии с общепринятыми методиками. Схема опыта включала следующие варианты: 1. контроль – без удобрений; 2. Аммофос (N18P78); 3. Аммофос (N18P78) + Тетрафлекс 2.5 кг/га; 4. Аммофос (N18P78) + Тетрафлекс 2.5 кг/га + Спидфол Б 0.5 кг/га. В опыте высевали гибриды подсолнечника Пионер 90, Mas 84, Эксплор, Эклор, Марвик и сорт Добрыня.

Результаты наших исследований показали, что применение удобрений способствовало повышению буферной емкости почв как по кислоте, так и по основанию. При внесении в почву аммофоса данные показатели увеличивались по кислоте до 0.58–0.75 ммоль/100 г почвы, а по основанию – до 0.78–0.95 ммоль/100 г почвы; при использовании аммофоса и препарата «Тетрафлекс» – до 0.61–0.79 ммоль/100 г почвы, а по основанию – до 0.86–0.97 ммоль/100 г почвы и при совместном применении макро- и микроудобрений – до 0.64–0.89 ммоль/100 г почвы – по кислоте и до 0.86–1.10 ммоль/100 г почвы – по основанию. Наибольшая буферная емкость была отмечена в посевах гибридов Пионер 90, Эксплор и Эклор на всех вариантах опыта.

Количество и состав обменных катионов являются важнейшими и наиболее устойчивыми параметрами коллоидного комплекса по сравнению с другими свойствами почвы. При антропогенном воздействии на почву, в условиях активизации процессов минерализации биогенных остатков и гумуса, они могут изменяться. Результаты наших исследований показали, что применение удобрений приводило к некоторому уве-

личению суммы поглощенных оснований. На контроле данная величина находилась в пределах от 38.9 до 48.1 мэкв./100 г почвы. При применении аммофоса сумма поглощенных оснований несколько возросла – до 41.3–48.9; при использовании аммофоса и препарата «Террафлекс» – до 42.9–49.1 и при совместном применении макро- и микроудобрений – до 43.6–49.2 мэкв./100 г почвы. Наибольшая сумма обменных оснований была отмечена в посевах гибридов Пионер 90 и Экллор на всех вариантах опыта и в большей степени на 4 варианте. Возможно, это было связано с физиологическими особенностями данных гибридов.

Из всех поглощенных оснований основная роль в почвенном плодородии принадлежит кальцию ( $\text{Ca}^{2+}$ ). Результаты наших исследований показали, что количество катионов кальция увеличивалось при применении удобрений. Наибольшее содержание кальция наблюдалось в посевах гибридов Пионер 90, Экллор и Эксплор при совместном применении макро и микроудобрений, где данный показатель составил соответственно 36.2, 35.9 и 35.0 мкв./100 г почвы. Наименьшее количество данного катиона было отмечено в посевах гибрида Марвик во всех вариантах опыта.

Таким образом, лучшее физико-химическое состояние черноземов обыкновенных в посевах подсолнечника отмечалось при совместном применении макро- и микроудобрений.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доцентом кафедры земледелия, мелиорации и агрохимии Т.И. Павловой.

УДК 631. 415. 3. 631. 89: 633. (470. 44)

## ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАШТАНОВЫХ ПОЧВ ПРИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

Т.В. Боброва

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н.И. Вавилова», pavvta@yandex.ru

В настоящее время комплексная оценка плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения, как правило, не проводится, что затрудняет разработку рациональной структуры сельскохозяйственных угодий, структуры посевных площадей, введение и освоение севооборотов, научно обоснованное распределение сельскохозяйственных культур по полям севооборотов. В связи с этим возникает необходимость оценки состояния агропочв при их сельскохозяйственном использовании.

Цель наших исследований – оценить физические и химические свойства агрокаштановых почв в ЗАО «Новая жизнь» Новоузенского района Саратовской области при их сельскохозяйственном использовании.

Схема опыта включала варианты: 1. целина; 2. многолетние травы (люцерна) 3-й год пользования; 3. многолетние травы (люцерна) 4-й год пользования; 4. озимая пшеница; 5. яровая пшеница; 6. суданская трава; 7. ячмень.

Агрономически ценная структура оказывает положительное влияние на свойства и режимы почвы. Результаты наших исследований показали, что наибольшее содержание агрономически ценных структурных агрегатов отмечалось в посевах люцерны 4-го года пользования и составило 77.0 %, что выше показателя целины на 1.0 %. Наименьшее количество ценных комочков наблюдалось в посевах ячменя и составило 49.0 %. В посевах люцерны 3-го года пользования количество мезоструктуры приближалось к целинному участку, где данный показатель был 73.0 %. В посевах суданской травы количество ценных комочков было несколько выше, чем под озимой и яровой пшеницей и достигало 65.0 %. Наименьший коэффициент структурности был отмечен в посевах ячменя, где он составил 0.94, а наибольший – под люцерной 4-го года пользования – 3.35 и на целинном участке – 3.17.

Наибольшая плотность пахотного горизонта почвы отмечалась на целине и составила  $1.34 \text{ г/см}^3$ , а наименьшая – в посевах суданской травы –  $1.18 \text{ г/см}^3$ . Возможно, это связано с более мощной корневой системой растений и механическими обработками почвы в данных вариантах. В посевах озимой пшеницы величина данного показателя была  $1.20 \text{ г/см}^3$ , яровой пшеницы и ячменя –  $1.21 \text{ г/см}^3$ , люцерны 3-го года и 4-го года пользования – 1.28 и  $1.22 \text{ г/см}^3$ , соответственно.

Сельскохозяйственное использование нарушает естественный процесс гумусообразования, что связано, в первую очередь, с изменением как количества и качественного состава, поступающих в почву растительных остатков, так и условий их трансформации.

Результаты наших исследований показали, что наибольшее содержание гумуса в агрокаштановых почвах было в посевах люцерны 3-го и 4-го года пользования и составило 1.98 % и 2.14 %, соответственно, и были выше, чем на целинном участке на 0.06 и 0.22 %. В пахотных горизонтах почв участков с посевами озимой пшеницы количество гумуса было наименьшим и составило 1.52 %, яровой пшеницы – 1.60 %, ячменя – 1.55 % и суданской травы чуть больше – 1.66 %.

Таким образом, сельскохозяйственное использование агропочв приводило к значительному снижению содержания гумуса в верхнем горизонте по сравнению с целинным участком. Но введение в севооборот люцерны приводило к увеличению количества гумуса и стабилизировало почвенное плодородие за счет большего поступления в почву органических остатков в этих вариантах.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доцентом кафедры земледелия, мелиорации и агрохимии Т.И. Павловой.

УДК 631.10

## ВЛИЯНИЕ НОВЫХ ЖИДКИХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ НА СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕГО АЗОТА В РАСТЕНИЯХ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Т.А. Богданова

Южный Федеральный Университет, Ростов-на-Дону,  
bogdanowa.ok.2011@yandex.ru

Соединения азота за счет использования энергии солнечного света зелеными растениями в процессе фотосинтеза участвуют в биосинтезе белка и таким образом способствует росту и развитию растений. В зависимости от доли сухого вещества на 2–6 % или в среднем на 1.5 % поглощение соединений азота происходит в основном в виде аммония или нитратов (Тайц, Цайгер, 2000).

Соединения азота, поглощённые растениями в процессе вегетации, распределяются по органам растений неравномерно. Более высокое содержание азота наблюдается в генеративных органах, особенно в зерне, а меньшее – в листьях, стеблях, корнях, корнеплодах. Концентрация азота очень мала в соломе. Общий азот в растении представлен двумя формами: азотом белковых и небелковых соединений. К последним относится азот, входящий в состав амидов, свободных небелковых аминокислот, гетероциклов, нитратов, нитритов и аммиака.

В полевом опыте изучено влияние сочетаний минеральных удобрений и экстракта кукурузного зерна (ЭКЗ) на содержание общего азота в растениях ярового ячменя. Почва опытного участка – агрочернозём обыкновенный среднемощный карбонатный тяжелосуглинистый на лесовидном суглинке. Опыт проводился согласно следующей схеме: 1. контроль; 2. аммиачная селитра – 34 кг д.в./га; 3. жидкое комплексное удобрение (ЖКУ) + карбамидно-аммиачная смесь (КАС) (соответственно 32 и 16 кг д.в./га); 4. ЖКУ + КАС + экстракт кукурузного зерна;

5. экстракт кукурузного зерна (7.14 кг/г). Площадь опытного участка – 607.5 м<sup>2</sup>. Площадь делянок – 67.5 м<sup>2</sup>, повторность опыта – 3-х кратная. Определение содержания в растениях общего азота проводилось методом Кьельдаля (Минеев, 1990).

Проведенные исследования показали, что в фазу кущения растения ярового ячменя характеризовались очень низкой обеспеченностью азотом, согласно существующей градации (Церлинг, 1990). При этом наибольшее по опыту значение отмечено в варианте 5 (водный экстракт кукурузного зерна) – 1.9 %. Наименьшее его содержание было в варианте 3 (вносилась удобрительная смесь ЖКУ+КАС) – 1.6 %. В фазу молочно-восковой спелости отмечены аналогичные тенденции. В фазу полной спелости наибольшее количество общего азота отмечено в четвертом варианте, в котором вносили ЖКУ + КАС + ЭКЗ, в зерне содержание азота составило – 1.77 % (оптимальное значение по Церлинг) (табл.).

Таблица. Содержание общего азота, %

Варианты опыта	Фаза кущения	Фаза молочно-восковой спелости	Фаза полной спелости, зерно
1.	1.72	1.38	1.39
2.	1.83	1.37	1.00
3.	1.60	1.37	1.34
4.	1.75	1.37	1.77
5.	1.91	1.59	1.42

Таким образом, удобрительная смесь экстракта кукурузного зерна оказала наибольший положительный эффект на содержание общего азота в растениях ярового ячменя.

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

## ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ В ПОСЕВАХ СОИ

М.А. Борисов

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н.И. Вавилова», pavvta@yandex.ru

Агрономически ценная структура определяет физические свойства, воздушный, водный, тепловой, окислительно-восстановительный (О-В) и питательный режимы; физико-механические свойства почвы. В связи с чем, цель наших исследований – изучить влияние различных доз минеральных удобрений на физические свойства агротемно-каштановых почв в Марксовском филиале ООО «Новопокровское».

Схема опыта включала варианты: 1. контроль; 2. обработка семян сои нитрагином Ж (2 л/т) + протектор АКВА (1 л/т) + молебдат аммония (200 г/т) + N31S6 (до посева) + N32P0 (при посеве)+ некорневая подкормка препаратами «Террафлекс Старт» и «Сульфат магния»; 3. обработка семян сои нитрагином Ж (2 л/т) + протектор АКВА (1 л/т) + молебдат аммония (200 г/т) + N31S6 (до посева) + N44P52 (при посеве)+ некорневая подкормка препаратами «Террафлекс Старт» и «Сульфат магния»; 4. обработка семян сои нитрагином Ж (2 л/т) + протектор АКВА (1 л/т) + молебдат аммония (200 г/т) + N31S6 (до посева) + N56P104 (при посеве)+ некорневая подкормка препаратами «Террафлекс Старт» и «Сульфат магния». В опыте использовали сорт сои «Та-наис».

Результаты наших исследований показали, что при применении удобрений происходило некоторое увеличение ценных комочков (табл.). Наибольший коэффициент структурности был отмечен на 3 и 4 вариантах опыты, а наименьший – на контроле.

Таблица. Структурное состояние агротемно-каштановых почв.

Варианты опыта	Количество комочков			Коэф. структурности
	более 10 мм, %	10–0.25 мм, %	менее 0.25 мм, %	
1.	20	61	19	1.60
2.	14	72	14	2.57
3.	8	74	18	2.84
4.	7	74	19	2.84



Таким образом, применение удобрений способствовало улучшению структурного состояния агротемно-каштановых почв, что положительно сказалось на урожайности сои.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доцентом кафедры земледелия, мелиорации и агрохимии Т.И. Павловой.

УДК 631.421

## ПРОДУКТИВНОСТЬ НУТА НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ КАРБОНАТНОМ В УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.Е. Бутко, Д.В. Божков, В.В. Носов

Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону, v.butko@inbox.ru

В современных условиях развития АПК, при остром дефиците средств и материальных ресурсов, решение проблемы обеспечения продовольственной безопасности страны должно базироваться на максимальном использовании экологических факторов и биоклиматического потенциала сельскохозяйственных культур. Перспективной культурой для зоны неустойчивого увлажнения является нетрадиционный вид гороха: нут (горох бараний). Актуальной задачей является разработка рациональных режимов питания и современных технологий возделывания малораспространенной культуры, адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям.

Полевые опыты проведены согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур на территории госсортоучастка «Целинский» Ростовской области в 2015 году. В качестве минеральных удобрений использовали аммиачную селитру, аммофос и калий хлористый, аммоний молибденовокислый. Удобрения вносили согласно следующей схеме:

1. N24P26 под предпосевную культивацию (ТАХ-N);
2. N6P26 под предпосевную культивацию (ТАХ-N0);
3. N24P52K30 под предпосевную культивацию + обработка семян Мо и ризоторфином (ЭИ-N);
4. N12P52K30 под предпосевную культивацию + обработка семян Мо и ризоторфином (ЭИ-N0).

В результате проведенных исследований, несмотря на холодную затяжную весну и необходимость пересева культуры, был получен урожай семян нута «Волжанин» на уровне 18.7–23.2 ц/га, что превышало среднюю по Ростовской области урожайность данного сорта на 3.1–

7.6 ц/га. Наибольшая урожайность получена при экологической интенсификации в варианте с внесением азотных удобрений. Максимальная прибавка (3.42 ц/га) от применения азотных удобрений выявлена при типичной технологии, а наибольшее влияние (3.32 ц/га или 8 %) улучшения технологии возделывания культуры отмечено при сравнении вариантов ТАХ- $N_0$  и ЭИ- $N_0$ , где практически не вносились азотные удобрения (рис.).

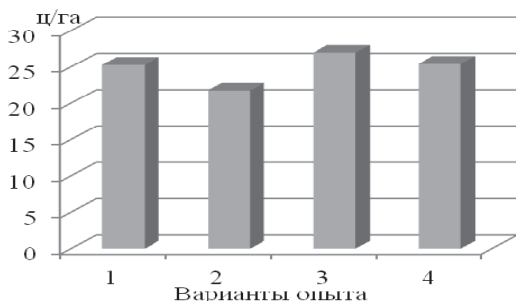


Рисунок. Урожайность семян нута, ц/га.

На формирование 1 тонны семян нута с соответствующим количеством побочной продукции (соломы) в условиях 2015 г. потребовалось 55.86–62.90 кг азота, 8.52–9.52 кг фосфора ( $P_2O_5$ ) и 38.99–45.27 кг калия ( $K_2O$ ). Увеличение дозы азота привело к повышению расхода этого элемента, при экологической интенсификации – на 2.87 кг на тонну семян, при типичной агротехнологии – на 7.21 кг.

Работа рекомендована д.б.н., проф. кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ЮФУ О.А. Бирюковой.

УДК 631. 415. 3

## ВЛИЯНИЕ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМОВ ОБЫКНОВЕННЫХ

К.А. Гежа

Саратовский государственный аграрный университет  
им. Н.И. Вавилова, pavvta@yandex.ru

В настоящее время всестороннее изучение факторов биологизации в растениеводстве и земледелии признано одним из ведущих направлений снижения всех видов затрат в сельском хозяйстве. Возделывание многолетних трав является важнейшим средством повышения плодородия почв.

Целью наших исследований явилось изучение влияния длительности возделывания многолетних трав на физико-химические свойства почв (сумма поглощенных оснований и окислительно-восстановительный потенциал) в богарных условиях Ртищевского района Саратовской области. Почвы опытного участка – агрочерноземы обыкновенные среднегумусные среднемощные среднеглинистые. Образцы почв отбирались с глубины 0–20 и 20–40 см по следующей схеме опыта: 1. целина (контроль); 2. эспарцет 1-го года пользования; 3. эспарцет 3-го года пользования; 4. костреч 1-го года пользования; 5. костреч 3-го года пользования; 6. люцерна 1-го года пользования; 7. люцерна 3-го года пользования.

Результаты наших исследований показали, что более длительное возделывание многолетних трав приводило к увеличению суммы поглощенных оснований в почве. На целинном участке значение суммы поглощенных оснований составило 40.7 мэкв./100 г почвы. При возделывании многолетних трав в течение 2-х лет величина суммы оснований мало отличалась от таковой контроля и составила в посевах эспарцета 38.1, костреча – 38.5 и люцерны – 39.1 мэкв./100 г почвы. А после 3-го года пользования данный показатель возрос соответственно до 42.5 (в варианте с эспарцетом), 41.2 (в варианте с костречом) и 45.8 мэкв./100 г почвы (в варианте с люцерной).

Для количественной характеристики окислительно-восстановительного состояния почвы используется окислительно-восстановительный потенциал (ОВП), который отражает суммарный эффект разнообразных окислительно-восстановительных процессов почвы в данный момент. Результаты наших исследований показали, что окислительные процессы более развиты в верхних слоях (0–20 см) почвы, в которых отмечается наименьшая плотность. С глубиной величина ОВП снижалась, за исключением варианта с люцерной, у которой процесс окисления сильнее развит в слое 20–40 см. По-видимому, это можно объяснить тем, что корневая система на 3-й год пользования люцерны более развита в нижних слоях, что разрыхляет и оструктурирует почву и способствует высокой аэрации. Наибольшее значение ОВП было отмечено в варианте с травами 1-го года пользования и снижалось к третьему году. Возможно, это связано с меньшим количеством обработок, что привело к увеличению плотности почвы и снижению окислительных процессов. Под эспарцетом величина ОВП изменялась по годам от 485 до 518 мВ, в варианте с костречом – от 486 до 506 мВ, а в варианте с люцерной – от 492 до 519 мВ. Нами была рассчитана напряженность ОВП, которая составила на контроле 29.2, при возделывании многолетних трав данный показатель увеличился до 29.8–30.5.

Таким образом, улучшение физико-химических свойств агропочв в посевах многолетних трав наблюдалось после третьего года их пользования. Включение многолетних трав в севообороты является перспективным приемом и может способствовать минимальному внесению минеральных удобрений и сохранению окружающей среды.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доцентом кафедры земледелия, мелиорации и агрохимии Т.И. Павловой.

УДК 502.171, 57.044

**ВЫБОР РАСТЕНИЙ ДЛЯ БИОРЕМЕДИАЦИИ ПОЧВ,  
ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЬЮ И НЕФТЕПРОДУКТАМИ  
В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ СИБИРИ**

А.С. Гекк, А.Н. Ларькова

Сибирский федеральный университет, heck.al@inbox.ru,  
okashino@rambler.ru

Почвы вокруг больших городов и крупных предприятий на расстоянии в несколько десятков километров загрязнены многочисленными токсичными веществами, причем нефть и нефтепродукты входят в список основных поллютантов. Загрязнение почв нефтью в местах ее добычи, переработки, транспортировки и распределения превышает фоновое в десятки раз. Одним из методов очистки почв от загрязнений нефтепродуктов является биоремедиация – комплекс методов очистки вод, грунтов и атмосферы с использованием метаболического потенциала биологических объектов – растений, микроорганизмов, грибов и других организмов.

Под воздействием различных концентраций нефти у растений замедляется рост, нарушаются функции фотосинтеза и дыхания, изменяется структура хлоропластов, в значительной мере страдают корневая система, листья, стебли, репродуктивные органы.

Таким образом, то, что нефть оказывает значительное негативное воздействие на жизнедеятельность высших растений, едва ли является дискуссионным вопросом. Необходимо найти метод, позволяющий на ранних стадиях и в достаточно короткий срок определить степень повреждения растений для принятия соответствующих мер. Одним из таких перспективных подходов является метод, основанный на регистрации относительного показателя замедленной флуоресценции (ОПЗФ) хлорофилла.

Целью нашей работы являлась оценка состояний растений при загрязнении почв нефтью с точки зрения дальнейшего их использования в биоремедиации.

В качестве объектов исследования были взяты овсяница тростниковая – *Festuca arundinacea* L. и эспарцет песчаный – *Onobrychis arenaria* L.

Для выращивания растений использовали серую лесную почву, взятую в лесном массиве в окрестностях города Красноярска. Микробиологический анализ показал, что в ней присутствуют такие микроорганизмы как *Azotobacter*, *Actinomycetes*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Mycobacterium*, *Micrococcus*, аммонифицирующие бактерии.

При проведении модельного опыта были взяты хорошо зарекомендовавшие себя в предыдущих исследованиях виды растений – овсяница тростниковая и эспарцет песчаный. В качестве грунта использовали в одном варианте опыта песок, а во втором – смесь грунта с песком 1:1. Предварительно песок был промыт и просушен в сушильном шкафу при температуре 110 °С. Затем в каждый контейнер было добавлено 20 г нефти, а в смесь почвогрунта с песком – 11 г (10 % от массы грунта). В лотки с песком и грунтом также были добавлены тканые и нетканые сорбенты, 7 и 1 г, соответственно. После подготовки субстрата в него были помещены семена растений и добавлен раствор обогащенного комплексного удобрения «Нитрофоска» (0.5 г).

Микробиологический анализ ризосферной почвы показал, что при внесении нефтепродуктов в почву численность аммонификаторов и прототрофов в большинстве случаев увеличивалась. В модельном опыте ОПЗФ хлорофилла листьев овсяницы тростниковой и эспарцета песчаного на песке и грунте загрязненного нефтью, заметно отличался от контроля. Вероятно, овсяница, попадая в неблагоприятные условия, увеличивает скорость метаболизма для повышения устойчивости. Снижение всхожести семян было отмечено у овсяницы тростниковой. Высокий показатель всхожести эспарцета песчаного на почве отмечается его устойчивостью к неблагоприятным условиям.

Работа рекомендована к.б.н. Н.В. Пахарьковой.

ПОДВИЖНОСТЬ СЕРЫ В ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ  
КАРБОНАТНОМ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Н. Герашенко, Д.В. Божков, В.В. Носов

Южный федеральный университет, Академия биологии и  
биотехнологии им. Д.И. Иванковского, Ростов-на-Дону,  
anna-ger6@mail.ru

Сера играет большую роль в системе питания растений. Несмотря на это, ей, как одному из элементов, не уделяется особого внимания. Это объясняется тем, что в минеральных удобрениях, выпускаемых отечественной химической промышленностью, содержится значительное количество серы (как сопутствующего элемента). Таким образом, отслеживание содержания серы в почвах является необходимым, так как сера способствует улучшению усвоения растениями других элементов и формированию более полноценного урожая по количественному и качественным характеристикам.

В работе представлены результаты полевого опыта, которые были проведены согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур на территории госсортоучастка «Целинский» Ростовской области в 2015 году. Общая площадь делянки – 67.2 м<sup>2</sup>, учетная площадь делянки – 42 м<sup>2</sup>, повторность – 4-х кратная.

Почва опытного участка – агрочернозем обыкновенный карбонатный со следующей агрохимической характеристикой пахотного слоя (0–20 см): содержание подвижного фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) – 26.6 мг/кг, обменного калия (K<sub>2</sub>O) – 396.4 мг/кг, аммиачного азота – 21.1 мг/кг, нитратного азота – 8.6 мг/кг, pH – 7.6. Определение подвижной серы в почве проводили по методу ЦИНАО (ГОСТ 26490-85). Содержание аммонийного азота определяли с применением реактива Несслера, нитратного азота – по Грандваль-Ляжу, подвижного фосфора и обменного калия – по Мачигину, pH – потенциометрически.

Изучали среднеспелый гибрид кукурузы П9175, зернового направления. Гибрид имеет хорошую приспособляемость к почвенно-климатическим условиям, может возделываться при минимальной и нулевой обработке почвы. Агротехника возделывания кукурузы была общепринятой для зоны и проводилась в соответствии с рекомендациями. В качестве минеральных удобрений использовали аммиачную селитру, аммофос и калий хлористый, азотосульфат, цинк серноокислый. Удобрения вносили согласно следующей схеме: 1. Контроль – без удобрений; 2. N100P80K60 под предпосевную культивацию + обработка семян Zn; 3. N100P80K60S19 под предпосевную культивацию + обработка семян Zn.

Согласно полученным данным содержание подвижной серы в агрочерноземе обыкновенном карбонатном составило 3.1–3.5 мг/кг, что соответствует низкой степени обеспеченности. Внесение азотосульфата не привело к существенному увеличению её количества. В почвенной диагностике пользуются также понятием «критический уровень», обозначающим такое содержание серы в почве, ниже которого происходит уменьшение урожая из-за дефицита серы. Пороговая концентрация сульфатной серы в почвах для кукурузы составляет 7.0–8.0 мг/кг. Применение азотосульфата в дозе S19 не позволило улучшить обеспеченность кукурузы серой в условиях 2015 г.

Выявлена слабая зависимость содержания подвижной серы в агрочерноземе обыкновенном карбонатном от количества минерального азота (аммонийного, нитратного), подвижного фосфора, обменного калия, рН. Коэффициент корреляции был равен – 0.2–0.3.

Исследование динамики содержания подвижной серы с 2011 по 2015 гг. показало существенное снижение ее количества. Так, в 2011 году среднее содержание серы было на уровне 7.0 мг/кг, а в 2015 году оно составило в среднем 3.3 мг/кг.

Работа рекомендована д.б.н., проф. кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ЮФУ О.А. Бирюковой.

УДК 550.4.02

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОСЕВОВ ЛАВАНДЫ КРЫМА В АСПЕКТЕ ИХ ПОРАЖЕННОСТИ ВИРУСНЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

А.Ю. Герасименюк, Н.А. Сенчугова, А.В. Андреев  
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко,  
gerasimeniuk@gmail.com

Рассмотрено распределение К, Ca, Sr, Rb, Y, Fe, Ti, Mn, Ni, Cr, Cu, Zn, Pb, Ga, Ge, As, Se, Br, Th в почвах и золе лаванды плантаций Крыма, характеризующихся контрастными различиями в степени пораженности вирусными заболеваниями (метод анализа – XRF). Характер накопления Sr, Rb, Fe и Ti растениями наиболее закономерен и ближе всего соответствует «барьерному» типу, причем данные, полученные на основе выявления накопления Sr и Fe, позволяют предполагать возможность существования и «многобарьерного» типа концентрирования в области высоких (> 400 и > 30000 ppm, соответственно) концентраций в почвах (рис.). Установлено, что степень пораженности плантаций вирусами обусловлена геохимическими особенностями почв – concentra-

циями в них «барьерных» элементов (Sr, Rb, Fe, Ti). Намечены геохимические критерии благоприятности условий возделывания лаванды в Крыму и рекомендации для нормализации условий ее роста на изначально геохимически неприемлемых почвах.

На рисунке представлена зависимость концентраций Sr, Rb, Fe и Ti в золе лаванды (ось ординат, ppm) от содержания этих элементов в почвах (ось абсцисс, ppm) для изученных эталонных плантаций, резко различающихся по фитосанитарному состоянию посевов при одинаковом характере вирусной инфекции (желтуха, усыхание).

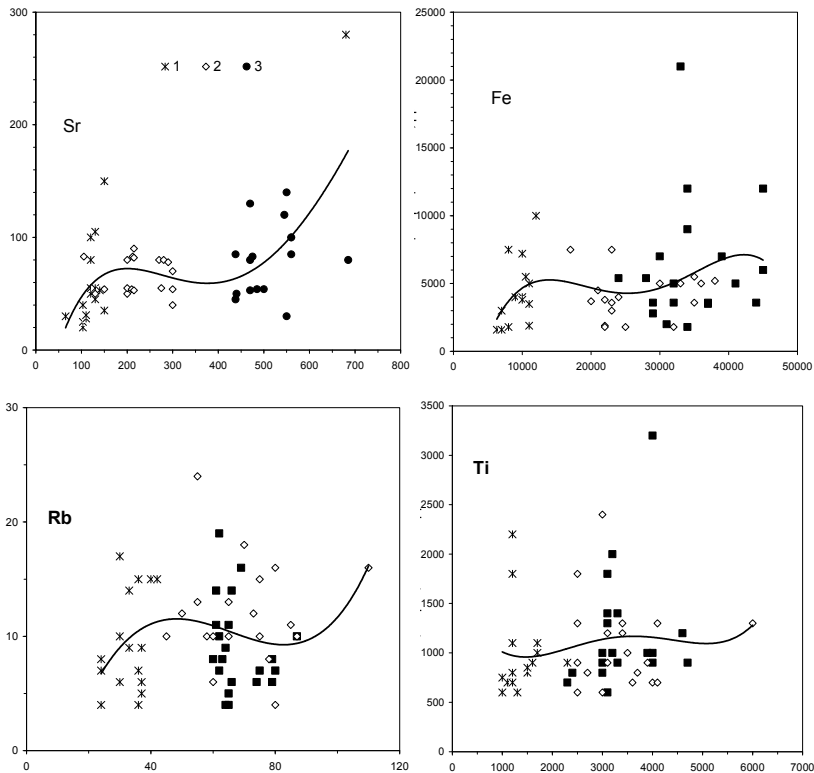


Рисунок. Зависимость концентраций элементов (ppm) от содержания этих элементов (ppm) в почвах. 1 – сильное поражение (до 60 %), 2 – умеренное поражение (до 20 %), 3 – удовлетворительное состояние посевов.

Работа рекомендована д. г. н., заведующим кафедрой минералогии, геохимии и петрографии С.Е. Шнюковым.



ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ ПРИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В УСЛОВИЯХ  
НОВОУЗЕНСКОГО РАЙОНА САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Греб

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н.И. Вавилова», pavvta@yandex.ru

Проводимые исследования сплошного агрохимического обследования и мониторинга плодородия почв Саратовской области показали ухудшение агрохимических характеристик сельскохозяйственных угодий: уменьшились запасы гумуса, подвижных форм азота, фосфора и калия, ухудшились агрофизические свойства. В связи с этим возникает необходимость агрохимической оценки состояния почв при сельскохозяйственном использовании.

Цель наших исследований – дать оценку физико-химического состояния каштановых почв в ЗАО «Новая жизнь» Новоузенского района Саратовской области при их сельскохозяйственном использовании.

Почвы опытных участков – агрокаштановые маломощные слабогумусированные тяжелосуглинистые. В ходе исследований были отобраны смешанные почвенные образцы каштановых почв под различными культурами и на целинном участке с глубины 0–30 см, в которых были определены окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) и состав обменных катионов.

Схема опыта включала варианты: 1. целина; 2. многолетние травы (люцерна) 3-й год пользования; 3. многолетние травы (люцерна) 4-й год пользования; 4. озимая пшеница; 5. яровая пшеница; 6. суданская трава; 7. ячмень.

Результаты наших исследований показали, что самый высокий показатель ОВП был отмечен в посевах суданской травы и составил 502 мВ, что вероятно связано с более мощной корневой системой культуры, а наименьший – на целине – 455 мВ. В посевах люцерны 3-го года пользования ОВП составил 460 мВ, 4-го года пользования – 472 мВ, озимой пшеницы – 480 мВ, яровой пшеницы – 479 мВ и ячменя – 478 мВ. Данные показатели ОВП согласуются с данными плотности почв и находятся в обратной зависимости: чем выше плотность почвы, тем ниже ОВП. Исследования, проведенные в конце вегетации показали, что ОВП снижался, так как отмечалось увеличение плотности почв.

На целине сумма поглощенных оснований составила 30.8 мэкв./100 г почвы. При возделывании сельскохозяйственных культур данный показатель резко снижался и составил под озимой пшени-

цей 25.1, под яровой пшеницей – 24.7, под ячменем 24.3 мэкв./100 г почвы. В посевах суданской травы сумма поглощенных оснований была выше, чем в посевах предыдущих культур и составила 29.4 мэкв./100 г почвы и приближалась к целинному аналогу. Под люцерной 3-го года пользования данный показатель также был близок к целине – 30.4, а 4-го года пользования – даже выше, чем на целинном участке – 31.4 мэкв./100 г почвы. По-видимому, это связано с большим количеством гумуса в почвах этих вариантов.

В нашем опыте содержание катиона кальция было наибольшим также на целинном участке и в посевах многолетних трав. Действительно, люцерна, являясь требовательной культурой к кальцию, сначала уменьшает его содержание в почве на 10–12 %, а потом – увеличивает, что и наблюдалось и у нас. Наименьшее содержание катиона кальция было отмечено в посевах ячменя и пшеницы и составило 14.5 мэкв./100 г почвы.

Таким образом, можно сделать вывод, что сельскохозяйственное использование приводит к ухудшению физико-химического состояния почв, но возделывание многолетних трав в севообороте оказало положительное влияние на эти показатели.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доцентом кафедры земледелия, мелиорации и агрохимии Т.И. Павловой.

УДК 631.10

## К ВОПРОСАМ АГРОЭКОЛОГИИ В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.А. Добротворская

Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова,  
Lizabeth\_magafk@mail.ru

В условиях концентрации большого количества животных на ограниченной территории, отходы животноводства следует рассматривать не только, как ценное органическое удобрение, но и как потенциальный источник загрязнения окружающей среды. Строительство и эксплуатация крупных промышленных животноводческих комплексов (без учета конкретных природных условий) поставили ряд серьезных проблем, связанных с защитой окружающей среды. Ни одна из существующих технологий содержания животных не дает полной гарантии экологической безопасности крупных животноводческих комплексов. Несвершенные технологии удаления и утилизации отходов, нерациональное размещение животноводческих комплексов создают большую экологи-

ческую опасность для устойчивого развития агроландшафтов. Поэтому предотвращение негативных экологических последствий может быть достигнуто только разработкой усовершенствованного комплекса мероприятий и технологий удаления и утилизации отходов промышленного животноводства с ориентацией на минимизацию негативного воздействия на окружающую природную среду. Охрана окружающей среды от загрязнения, профилактика инфекционных, инвазионных и других заболеваний людей и животных требует осуществления мероприятий по созданию эффективных систем сбора, удаления, хранения, обеззараживания и использования навоза и навозных стоков, правильного размещения животноводческих комплексов и сооружений обработки навоза по отношению к населенным пунктам, источникам хозяйственно-питьевого водоснабжения и другим объектам. Ценность навозных отходов животноводства в качестве органических удобрений велика. Требуется их переработка экологически целесообразными методами, использующими передовые технологии. Экологические требования столь существенны и принципиально важны, что, не соблюдая их, нельзя говорить об экономической эффективности животноводческого производства. Эффективность сельскохозяйственного производства и темпы его роста зависят от состояния окружающей среды, а также от правильной организации мероприятий по ее охране. Однако в настоящее время состояние земель, находящихся в сфере сельскохозяйственной деятельности, остается неудовлетворительным. Осуществляемые преобразования, изменение форм собственности и хозяйствования в агропромышленном комплексе не сопровождались в последние годы расширением применения природоохранных и ресурсосберегающих технологий. Животноводческий комплекс в современных условиях продолжает быть одним из основных загрязнителей окружающей среды: отходы и сточные воды животноводческих комплексов, трудности осуществления контроля на таких объектах приводят к тому, что состояние почвы и всей окружающей среды остается тревожным.

Работа рекомендована д. б. н., проф. Е.П. Пахненко.

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФОРМ СОЕДИНЕНИЙ ФОСФОРА  
ПОД ВЛИЯНИЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ

З.Н. Егорова

ФГБНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва,  
zoyasoleil@gmail.com

Изучение изменения содержания форм соединений фосфора важно при рассмотрении процессов трансформации соединений фосфора в почвах, при оценке влияния удобрений на химический состав, а также при оценке плодородия почв.

Сельскохозяйственное использование почв естественных экосистем приводит к снижению содержания в них фосфора органических соединений, что связано с интенсивной минерализацией органического вещества в целом. Зарубежными и отечественными исследователями получены результаты многолетних опытов, которые показали, что в течение сельскохозяйственного использования разных типов почв без применения удобрений содержание в них фосфора органических соединений значительно уменьшилось в среднем на 20–30 % за 30 лет.

Длительное влияние органических и минеральных удобрений изучалось нами в условиях мелкоделяночного опыта агрогенно-преобразованной дерново-подзолистой почвы, заложенного в 1975 году на опытном поле Зеленоградского опорного пункта Почвенного института им. В.В. Докучаева. Исследовались образцы почв, отобранные в делянках в вариантах опыта с N60P60K60 без навоза, N150P150K180 на фоне навоза 120 т/га и N150P150K180 в 1976, 1979, 1983, 1986 и 1991 гг. (последний вариант только в 1991 году). В 2008 году были отобраны образцы с пахотной почвы.

Выделялись следующие группы соединений фосфора: неокклюдируемый фосфор, связанный с Al и Fe (фракция F1), сорбированный карбонатами (фракция F2), окклюдируемый внутри оксидов и гидроксидов Fe (фракция F3), связанный с Ca (фракция F4) и остаток, содержащий фосфор невыветрившихся минералов материнской породы и трудногидролизруемые фосфогумусовые комплексы (фракция F5).

Полученные результаты показали, что при внесении удобрений с 1975 года к 2008 году в пахотном горизонте содержание фракции фосфора, связанного с органическим веществом увеличилось примерно во всех вариантах на 23 %. Валовое содержание фосфора во всех вариантах опыта за 4 ротации севооборота не превысило 1000 мг/кг. В образце,

отобранном в 1991 году с делянки варианта опыта N150P150K180 на фоне навоза 120 т/га, валовое содержание фосфора наибольшее и составило 2537 мг/кг.

За период действия мелкоделяночного опыта произошло значительное увеличение количества доступных растению форм содержания фосфора (фракция F1) во всех вариантах опыта. При этом в варианте опыта N60P60K60 без навоза одновременно увеличилось количество труднодоступного связанного с кальцием фосфора (фракция F4). Содержание фракций F2, F3 и F5 за весь период варьировало незначительно. При этом доля подвижного фосфора преобладала и составляла более 50 % в течение всех ротаций опыта. Основная доля труднодоступного фосфора сосредоточена во фракции, связанной с кальцием (в среднем 30 %).

В варианте опыта N150P150K180 на фоне навоза 120 т/га наблюдалось значительное увеличение доступного растениям фосфора. Содержание труднодоступных форм на протяжении всего периода опыта практически не изменилось. Доля доступного фосфора, также как и в первом варианте, составляла наибольшую часть.

В целом во всех вариантах опыта содержание групп соединений фосфора сорбированного карбонатами и окклюдированного внутри оксидов и гидроксидов железа преобладала.

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

ВЛИЯНИЕ НОВЫХ ВИДОВ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ  
УДОБРЕНИЙ НА АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ  
ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ  
КУЛЬТУРЫ *TARGETES PATULA*

А.И. Жумбей

Южный Федеральный университет

Повышение и поддержание почвенного плодородия – одна из самых важных и сложных задач практической и теоретической деятельности человека. Большое значение приобретают способы активизации почвенных микробиологических процессов. Одним из таких способов является внесение биоудобрений. Плодородие почвы также в значительной степени определяется фитосанитарным состоянием агрофито-

ценоза. Фитотоксичность почвы обусловлена накоплением физиологически активных веществ, среди которых присутствуют фенольные соединения, органические кислоты, альдегиды, спирты и др. (Гродзинский, 1991).

В Ботаническом саду ЮФУ на черноземе обыкновенном был заложен мелкоделяночный опыт по изучению влияния различных видов удобрений на рост и развитие *Tagetes patula* L. (бархатцы Лимонная капля) и *Erysimum cheiri* (L.) Crantz (желтушник Чери), часто применяемых в ландшафтном дизайне для создания ярких цветовых акцентов, привлекающих внимание. Удобрения вносились по 3-х вариантной схеме в дозе, рекомендованной производителями удобрений «Белогор» и «Покон», 10 мл на 1 л воды (путем полива растений сверху из лейки) из расчета 400 л приготовленного раствора удобрения на 1 га. Через 2 недели было проведено второе внесение удобрений. Опыт повторялся три раза в 2013, 2014 и 2015 годах.

Схема опыта:

Вариант 1 – контроль;

Вариант 2 – Белогор КМ – 104, удобрение разработано ООО «НТЦ БИО» (г. Щебекино) с использованием различных композиций специальных почвенных микроорганизмов производимых в концентрированном виде (КМ-препараты);

Вариант 3 – жидкое минеральное удобрение с микроэлементами «Покон» ведущей европейской фирмы РОКОН.

Отбирались смешанные почвенные образцы с делянок по вариантам с глубины 0–25 см до внесения удобрений, через 1 месяц после внесения удобрений, через 3 месяца после внесения удобрений. В отобранных образцах определялась токсичность по методу А.М. Гродзинского (1991). Также проводились морфометрические измерения растений через 1 и 3 месяца после внесения удобрений.

Было установлено, что изучаемые удобрения по сравнению с контролем увеличивали количество генеративных органов (бутонов и цветов) в течение всего эксперимента в 1.5–2.5 раза и размер диаметра цветков в 1.1–1.3 раза, что является очень важным при использовании *Tagetes patula* в ландшафтном дизайне.

Также был проведен учет семенной продуктивности *Erysimum cheiri* и выявлены некоторые аспекты влияния вносимых удобрений на данный показатель.

Удобрения «Покон» и «Белогор» увеличили высоту растений по сравнению с контрольным вариантом в среднем на 3 см. Также выявлено снижение содержания физиологически активных веществ в черноземе

ме обыкновенном под возделываемой культурой *Tagetes patula* при внесении удобрений в 1.1–1.5 раза по сравнению с контролем, что подтверждается морфометрическими данными.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доцентом кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов Л.Ю. Гончаровой.

УДК 631.4

## ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ БИОГУМУСА НА ПЛОДОРОДИЕ АГРОСЕРОЙ ПОЧВЫ

М.И. Иргит

Красноярский государственный аграрный университет, irgit87@mail.ru

Значение почвы как основного средства сельскохозяйственного производства определяется ее основным свойством – плодородием. В последнее время наблюдается снижение плодородия пахотных почв в регионе. Одним из способов его повышения является внесение удобрений в научно обоснованном количестве. Недостаток органических удобрений в крае, привел к поиску других источников удобрительных ресурсов. В то же время актуальной проблемой для Красноярского края является утилизация отходов пищевого происхождения. Для ее решения на кафедре почвоведения и агрохимии Красноярского ГАУ применили вермитехнология, пригодную для переработки пищевых отходов в экологически безопасное удобрение – биогумус. Цель исследования состояла в изучении действия биогумуса на показатели плодородия агросерой почвы и урожайность кукурузы.

Агросерая почва, используемая в опыте, характеризовалась тяжелосуглинистым гранулометрическим составом, невысоким содержанием обменных катионов, а также низким содержанием гумуса, очень низким содержанием нитратного и легкогидролизуемого азота, низким содержанием подвижного фосфора и обменного калия, что свидетельствует о ее низком потенциальном и эффективном плодородии. Для его повышения рекомендовалось вносить удобрения. Апробацию нового вида удобрения – биогумуса – и азофоски проводили на агросерой почве на стационаре Красноярского ГАУ в вегетационно-полевом опыте в сосудах без дна (диаметр сосуда 50 см) по следующей схеме: 1. контроль (без удобрений); 2. биогумус, 3 т/га; 3. биогумус, 6 т/га; 4. биогумус, 1.5 т/га + азофоска эквивалентно 1.5 т/га биогумуса; 5. биогумус, 3 т/га + азофоска эквивалентно 3 т/га биогумуса; 6. азофоска эквивалентно 3 т/га биогумуса; 7. азофоска эквивалентно 6 т/га биогумуса. Удобрения

вносили перед посевом кукурузы. Опыт провели в 4-х кратной повторности. Размещение вариантов опыта последовательное. Тестовой культурой служила кукуруза сорта Сибирячка. До посева и после уборки урожая кукурузы отбирали почвенные образцы, в которых определяли  $pH_{KCl}$  – потенциометрически, органическое вещество методом Тюрина, содержание аммонийного азота – с реактивом Несслера [1], нитратного азота – дисульфифеноловым методом в модификации С.Л. Иодко и И.Н. Шаркова [2], подвижного фосфора по методу Кирсанова [1]. Количество обменного калия и валовых форм азота, фосфора и калия определялось в лаборатории НИИЦ Красноярского ГАУ, используя БИК-анализатор. Полученные результаты исследований обработали статистически.

Установлено, что вносимые в разных дозах удобрения в агропесчаную почву достоверно повышали содержание гумуса по сравнению с контролем. Исключение составил вариант с азофоской, вносимой в дозе эквивалентной 3 т/га биогумуса, где содержание его было на уровне контроля. Внесение в почву 3 и 6 т/га биогумуса способствовало изменению реакции почвенной среды от слабокислой в контроле, до близкой к нейтральной. Применение 3 т/га биогумуса в почву на фоне азофоски, вносимой в количестве эквивалентном биогумусу, способствовало статистически значимому повышению валовых форм азота и фосфора, а также формированию максимальной урожайности кукурузы, прибавка которой составила 24 % по сравнению с контролем. Показано, что энергетическая эффективность биогумуса выше, чем азофоски и изменялась от 2.28 до 8.78 ед. в зависимости от варианта опыта, что свидетельствует о предпочтительном применении этих удобрений в технологии выращивания кукурузы.

#### Литература

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. 487 с.
2. Иодко С.Л., Шарков И.Н. Новая модификация дисульфифенолового метода определения нитратов в почве // Агрохимия. 1994. № 4. С. 95–97.

Работа рекомендована д. б. н., проф. О.А. Ульяновой.



## ПРОДУКТИВНОСТЬ КУКУРУЗЫ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ ПРИ ВНЕСЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Д.А. Канатова, Д.В. Божков, В.В. Носов

Южный федеральный университет, Академия биологии и  
биотехнологии, Ростов-на-Дону, [darya.kanatova.94@mail.ru](mailto:darya.kanatova.94@mail.ru)

Увеличение урожайности и высокое качество зерна зависит от условий достаточного обеспечения растений элементами минерального питания за счет использования удобрений.

Целью данной работы являлось изучение влияния минеральных удобрений на морфобиометрические показатели и урожайность кукурузы в почвенно-климатических условиях Ростовской области.

В работе представлены результаты полевого опыта, проведенного согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур на территории госсортоучастка «Целинский» Ростовской области в 2015 году. Общая площадь делянки – 67.2 м<sup>2</sup>, учетная – 48 м<sup>2</sup>, повторность – четырехкратная.

Почва опытного участка – агрочернозем обыкновенный карбонатный со следующей агрохимической характеристикой пахотного слоя (0–30 см): содержание гумуса – 3.80 %, подвижного фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) – 22.0 мг/кг, обменного калия (K<sub>2</sub>O) – 328 мг/кг, pH – 7.8. Гумус определяли методом Тюрина, подвижный фосфор и обменный калий методом Мачигина, pH потенциометрически. Морфо-биометрическую диагностику проводили в соответствии с рекомендациями Церлинг.

Изучали среднеспелый гибрид кукурузы Фурио ФАО 360-390, зернового направления. Отбор образцов производили в фазы 3–4 и 6–7 листьев. Гибрид имеет хорошую приспособляемость к почвенно-климатическим условиям, может возделываться при минимальной и нулевой обработке почвы. Агротехника возделывания кукурузы была общепринятой для зоны и проводилась в соответствии с рекомендациями.

В качестве минеральных удобрений использовали аммиачную селитру, аммофос, калий хлористый и цинк серноокислый. Удобрения вносили согласно следующей схеме:

1. Контроль (без удобрений);
2. N30P40 до посева (средние дозы хозяйств);
3. N100P80K60 до посева + обработка семян Zn;
4. N18P80K60 до посева + обработка семян Zn;
5. N100K60 до посева + обработка семян Zn;
6. N100P80 до посева + обработка семян Zn.

В результате проведенных исследований установлено положительное влияние удобрений на морфо-биометрические показатели гибрида кукурузы Фурио. Наибольшее влияние на высоту растений в обе фазы вегетации культуры отмечено при внесении полного минерального удобрения в высокой дозе. В этом же варианте наблюдалась и максимальная ассимилирующая поверхность, превышающая данный показатель в варианте с внесением фосфорно-калийных удобрений 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 контрольных делянках. Максимальные прибавки сухой массы зерна кукурузы по сравнению с контролем – 7.17 ц/га (29 %) и 6.65 ц/га (27 %) были получены при внесении полного минерального удобрения в максимальной дозе (N100P80K60); внесение минеральных удобрений в дозе N100K60 и N18P80K60 увеличили урожайность на 3.9 и 3.3 ц/га, соответственно. Действие азота на прибавку урожая 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.

УДК 631.4

## ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ БУФЕРНАЯ СПОСОБНОСТЬ АГРОСЕРЫХ ПОЧВ ВЛАДИМИРСКОГО ОПОЛЬЯ ПО ОТНОШЕНИЮ К ФОСФОРУ

Н.А. Колобова

Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва, МГУ  
им. М.В. Ломоносова, Москва [nataly\\_starok@mail.ru](mailto:nataly_starok@mail.ru)

Исследования проводились в условиях полевого опыта на агросерых почвах Владимирского ополья. Используется следующий севооборот: однолетние травы (вико-овсяная смесь), озимая пшеница, овес с подсевом трав, травы 1-го года пользования, травы 2-го года пользования, озимая пшеница, ячмень. Для исследования мы выбрали 7 вариантов опыта: 1. контроль; 2. известь (фон); 3. фон+NPK; 4. фон+2NPK; 5. фон+навоз; 6. фон+навоз+NPK; 7. фон+навоз+2NPK. Образцы отбирались с глубин 0–20 и 20–40 см методом конверта с помощью бура в 3-

х несмежных повторностях. Применяемые удобрения: навоз КРС (60 т/га), двойной суперфосфат ( $P_2O_5$ , одинарная доза 340 кг/га за ротацию, двойная – 680 кг/га), калийная соль (KCl, 360 кг/га и 720 кг/га за ротацию), аммиачная селитра ( $NH_4NO_3$ , 340 кг/га и 680 кг/га за ротацию).

Потенциальная буферная способность почв в отношении фосфора (РВСП) определялась по методу К.Е. Гинзбург, который основан на определении сорбции и десорбции фосфатов, добавленных в слабосолевые почвенные вытяжки. Количество сорбированных или десорбированных фосфатов ( $\pm \Delta P$ ) определяется по разности между концентрацией фосфора в исходном растворе и концентрацией фосфора в равновесном растворе после взаимодействия с навеской почвы. Откладывая на графике по оси ординат найденные значения  $\Delta P$ , а по оси абсцисс соответствующие им величины активности иона  $H_2PO_4^-$  в молях/л, определенные в вытяжках, строят кривые, характеризующие фосфатную поглощительную способность почв. РВСП, согласно Бекетту и Уайту рассчитывается как  $Q/I$  ( $Q$  – количество фосфатов в твердых фазах,  $I$  – равновесная активность фосфат-иона). Отношение  $Q/I$  показывает, какое количество подвижных фосфатов должно перейти из их общего запаса в почвенный раствор или должно быть внесено в почву для изменения активности  $H_2PO_4^-$  на единицу. Чем больше  $Q/I$ , тем сильнее выражена способность почвы поддерживать концентрацию фосфора в растворе на постоянном уровне.

В слое 0–20 см наименьшей РВСП обладали почвы вариантов с внесением 2НПК (с навозом и без). Чуть лучшей РВСП характеризовались почвы вариантов «навоз» и «навоз+НПК». И, наконец, наилучшая РВСП была выявлена в образцах почв «контроль», «НПК» и «известь». Тем не менее, за 20 лет ведения полевого опыта, во всех вариантах применения удобрений произошло снижение РВСП. Применение одной дозы НПК снижало РВСП в 3 раза, а применение навоза – в 5 раз по сравнению с контролем. В варианте «навоз+2НПК» показатель  $Q/I$  был в 7 раз ниже, а в варианте «2НПК» в 14 раз ниже, чем в контрольном варианте. В слое 20–40 см наблюдалась похожая картина: наибольшей РВСП обладали образцы почв вариантов «контроль», «известь» и «НПК», а наименьшей – «навоз+2НПК» и «навоз» (в 5 и 2.5 раза ниже, чем в контрольном варианте, соответственно).

Таким образом, внесение минеральных удобрений больше повлияло на снижение РВСП в поверхностном слое, а навоза – в подповерхностном. Снижение РВСП в вариантах с внесением навоза объясняется повышением содержания органического вещества и, как следствие, повышением количества органо-минеральных пленок на поверхности

минералов, которые являются основными поглотителями фосфатов. То есть органическое вещество и фосфаты находятся в конкурентных отношениях в борьбе за сорбционные места. Снижение РВСП в вариантах с внесением НРК объясняется тем, что в почвах, где регулярно вносятся фосфорные удобрения, большинство сорбционных мест уже занято, и почвенный поглощающий комплекс способен поглотить меньшее количество фосфатов, нежели в контрольных вариантах. При этом, чем больше дозы вносимых удобрений, тем меньше в ППК свободных сорбционных мест.

Работа рекомендована к.б.н. О.Б. Роговой.

УДК 631.4 (471.327)

## ВЛИЯНИЕ ИНОКУЛИРОВАННЫХ ШТАММОВ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ТЕПЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

М.Д. Кусаинова<sup>1</sup>, М. Дурмуш<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ТОО «Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии имени У.У. Успанова», madgu@inbox.ru;

<sup>2</sup>Университет OndokuzMayis, кафедра питания растений и почвоведения

Целью данного исследования было оценить влияние инокуляции различных штаммов микроорганизмов на урожай пшеницы (*Triticum aestivum* L.) и плодородие почвы в тепличных условиях, а также определить ферментативную активность уреазы (UA) и щелочной фосфатазы (APA) в почвах Северной Турции района Черного моря, провинции Бафра, г. Самсун. Исследования проводились по программе TUBITAK-BIDEV (Совет по научно-техническим исследованиям Турции). Почвенные образцы были отобраны с верхнего слоя в пределах от 0 до 20 см в сельскохозяйственных угодьях равнины Бафра г. Самсун. Почвы исследуемого участка использовались под земледелие в течение долгого времени. Участок расположен на приморской равнине на севере Турции (широта, 41°21'N; долгота, 36°15'W). Климат семигумидный (Rf = 47.21), температура воздуха от 6.6 °C в феврале, до 23 °C в августе. Средняя температура воздуха составляет 14.2 °C и среднегодовое количество осадков – 670 мм. Для физико-химических анализов были использованы воздушно-сухие образцы почв, из которых были удалены растительные остатки, корневые фрагменты и камни размерами, превышающие 2 мм. Образцы почвы измельчали вручную и просеивали через сито с отверстиями < 8 мм без корневой массы. Почвенные образ-

цы были высушены при комнатной температуре и были подготовлены для проведения дальнейшего опыта в теплицах. В почву в дальнейшем была добавлена пшеничная солома. Солома отбиралась из опытной станции Аграрного факультета университета Ondokuz Mayıs. Пшеничная солома была высушена и просеяна через сито диаметром менее 0.50 мм. Затем в почву были инкубированы штаммы микроорганизмов. В исследовании были использованы штаммы микробов *Amycolatopsis magusensis*, *Amycolatopsis orientalis*, *Streptomyces* sp., *Actinomadura geliboluensis*, *Amycolatopsis azurea*. Так по нашим данным исследуемая почва имела суглинистую почвенную текстуру (29 %), с низким содержанием органического вещества (0.18 %) и низкой величиной электропроводности ( $0.935 \text{ dSm}^{-1}$ ). Влияние штаммов в продуктивности пшеницы было положительным, где штаммы по сравнению с контролем и только добавлением соломы имеет большую разницу в массе. Особый результат показал вариант со штаммами *Streptomyces* sp. и *Actinomadura geliboluensis*, второй вид штамма повлиял на увеличение веса соломы по отношению к контролю 13.8 %, а его применение с пшеничной соломы привело к 83.2 %-ное снижение веса соломы по отношению к контролю (без применения штаммов и пшеничной соломы). Внесение лишь пшеничной соломы отрицательно повлияло на растения, за счет этого снизились как масса соломы – на 76.8 % по сравнению с контролем, так и масса зерна – на 34.9 %. При добавлении пшеничной соломы была отмечена активация арилсульфатазы в вариантах. Контрольный вариант имел не такое сильное различие, по сравнению с исследуемыми вариантами. Микроорганизмы, в виде смеси микробов, включающих в себя грибы, в том числе дрожжи, бактерии, в том числе актиномицеты, были признаны эффективными для повышения роста культур. Настоящее исследование по влиянию микробных штаммов на урожай пшеницы и концентрации питательных веществ, наряду с почвенными биологическими свойствами, такие как активность уреазы и щелочной фосфатазы в тепличных условиях дали положительные результаты. Наилучший результат по всем параметрам отмечен со штаммом *Actinomadura geliboluensis*. Несмотря на небольшое количество микроорганизмов, микрофлора в почве находилась в активном состоянии. Эта активность отражалась на численности аммонификаторов и хорошей активности фермента уреазы.

Работа рекомендована профессором Р. Кизилкая.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ОСВОЕНИЕ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Т.И. Макаренко

Государственное научное учреждение «Институт природопользования  
НАН Беларуси», Makarenko.IP@mail.ru

Рациональное использование природных ресурсов является определяющим фактором научно-технического уровня развития экономики государства. Современное торфяное производство Республики Беларусь, согласно Госпрограмме «Торф», ориентировано на расширение областей использования торфа с разработкой новых безотходных ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих комплексную переработку сырья. Выбор такого производства связан еще с тем, что торфяная залежь чаще всего представлена несколькими видами и даже типами торфа, залегающих определенными слоями (пластами).

Выполненные научно-исследовательские работы учеными разных стран мира по изучению структуры, состава и физико-химических свойств торфяных залежей позволили повысить эффективность использования торфяных ресурсов с помощью различных методов модификации торфяного сырья для улучшения качественных характеристик и разработкой большой номенклатуры продуктов для использования в отраслях промышленности, сельского хозяйства, строительства, медицины и охраны окружающей среды.

В связи с тем, что срок действия «Схемы рационального использования и охраны торфяных ресурсов БССР до 2010 года» истек, возникла необходимость разработки нового проекта «Схемы рационального использования торфяных месторождений и охраны торфяных болот Республики Беларусь на период до 2030 года» с учетом современных требований хозяйствования и природопользования. В разработанном документе помимо общетехнических характеристик приведены наиболее приемлемые направления использования сырья для торфяных месторождений площадью более 10 га.

Анализ торфяного фонда показал, что на территории Республики Беларусь имеются запасы торфяного сырья, которые могут обеспечить решение задач по комплексному освоению этого ресурса с производством широкой номенклатуры продукции для разных отраслей народного хозяйства.

В результате тщательной инвентаризации торфяного фонда Республики Беларусь, путем обоснованного отбора по расширенной систе-

ме разработанных критериев выбора торфяных месторождений, пригодных для комплексного освоения, сформирована база данных (БД) в программном пакете MS Access 2003 «Перечень торфяных месторождений Республики Беларусь, пригодных для комплексного освоения на ближайшую и отдаленную перспективу». Запасы торфа 196 выбранных объектов составляют 226 790 тыс. т. БД интегрирует характеристики подобранных объектов: район расположения торфяного месторождения, название и кадастровый номер; площадь и запасы месторождения или его участка, характеристики торфяного сырья, землепользователь и современное состояние, варианты продукции, которые возможно получить из данного сырья. Например, для производства сорбентов нефтепоглощающих выбрано 7 объектов с запасами 7 783 тыс. т; для воска торфяного – 18, запасы 9 660 тыс. т; для активных углей – 3, запасы 1 830 тыс. т.; для кокса торфяного – 6, запасы 2 721 тыс. т. В БД можно осуществлять проектирование необходимых запросов, форм и отчетов, что позволяет оперативно выполнять оценку имеющихся запасов торфа с заданными качественными характеристиками по направлениям использования как для административных районов отдельно, так и для Республики Беларусь в целом.

База данных представляет информационную основу для принятия решений по устойчивому комплексному освоению торфяных ресурсов с соблюдением экономических интересов и сохранения глобально значимого биологического разнообразия.

Работа рекомендована к. т. н., ведущим науч. сотр. Л.С. Лис.

УДК 631.10

ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С КИСЛОТОЙ НА  
РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БУФЕРНОСТИ К КИСЛОТЕ  
ВЕРХНИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ГОРИЗОНТОВ ТОРФЯНО-  
ПОДЗОЛИСТО-ГЛЕЕВОЙ ПОЧВЫ (НА ПРИМЕРЕ ПОЧВЫ ИЗ  
ЦЕНТРАЛЬНОГО ЛЕСНОГО ЗАПОВЕДНИКА)

С.Р. Моргунова

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

Буферность к кислотным и основным воздействиям является фундаментальным свойством почв, которое само в значительной степени формируется в процессе почвообразования и является его продуктом. Известно, что реакции взаимодействия почв с кислотами и основаниями

происходят с разной скоростью. Оценка скорости буферных реакций необходима для прогнозирования изменений свойств почв под влиянием кислотных реагентов. Для торфянисто-подзолисто-глеевых почв эта проблема изучена недостаточно. С этим связана актуальность темы.

Целью данной работы являлся сравнительный анализ результатов непрерывного и равновесного титрования кислотой верхних минеральных горизонтов торфяно-подзолисто-глеевой почвы. В качестве объектов исследования были выбраны образцы верхних минеральных горизонтов (E1h и E1g) торфяно-подзолисто-глеевой почвы Центрального Лесного Заповедника. Использовались методы непрерывного потенциметрического титрования (НПТ) и равновесного потенциметрического титрования (РПТ).

В результате исследования, мы получили, что начальная точка титрования горизонта E1h оказалась ниже, таковой горизонта E1g, что связано с вымыванием в него органических кислот из горизонтов подстилки, а, следовательно, большим содержанием органического вещества.

Мы сравнили данные, полученные методом НПТ и РПТ, и получили, что при РПТ изменение рН при добавлении одного и того же количества кислоты происходит более постепенно. Данная закономерность объясняется тем, что при НПТ регистрация результатов производится через 2 минуты после добавления титранта. За это время равновесие по многим реакциям не успевает установиться до конца. Таким образом, результаты буферности оказываются более низкими, чем при равновесном титровании. При РПТ регистрация результатов производится через сутки после добавления титранта. Итак, полученные при РПТ значения буферности соответствуют участию в реакциях большего набора буферных систем.

Значения общей буферности, как при НПТ, так и при РПТ увеличиваются с уменьшением рН. Так, в обоих горизонтах наибольшие значения буферности проявляются при значениях рН, близким к 3. Рост значений буферности связан с тем, что при значениях рН, близких к 3 интенсифицируются процессы растворения минералов. Кроме того, для многих буферных реакций за счет краткого времени взаимодействия с титрантом равновесия по некоторым буферным системам смещаются в сторону более низких значений рН.

Таким образом, зная закономерности изменения состояния почв в отношении кислотности, можно предположить пути мелиорации и дальнейшее хозяйственное использование данных территорий.

Работа рекомендована д. б. н., проф. Т.А. Соколовой.



ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВ К АНТРОПОГЕННОМУ  
ВОЗДЕЙСТВИЮ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ НИТРИФИКАЦИОННОЙ И  
ДЕНИТРИФИКАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ

И.М. Мухина

ФГБНУ Агрофизический научно-исследовательский институт,  
Санкт-Петербург, muhinairina1989@gmail.com

Поскольку спрос на продовольствие растет вместе с населением земного шара, мировое сообщество ищет пути по активизации выращивания сельскохозяйственных культур при одновременном снижении негативного воздействия сельского хозяйства на окружающую среду. Интенсивное сельское хозяйство использует высокий уровень дополнительных ресурсов, таких как орошение, минеральные удобрения и пестициды для достижения максимальных урожаев при минимальных затратах. Подобные технологии приводят к нарушению цикла азота: избытку внесенных веществ, к их стоку, загрязнению грунтовых и поверхностных вод, интенсификации процессов нитрификации и денитрификации, и, следовательно, увеличению эмиссии закиси азота ( $N_2O$ ) из почв.  $N_2O$  – это парниковый газ, тепляющий потенциал которого в 310 раз больше, чем у углекислого газа. Скорость и направленность процессов нитрификации и денитрификации, в результате которых образуется  $N_2O$ , регулируется почвенными показателями: влажностью, плотностью сложения, температурой, pH, содержанием минерального азота и доступного органического вещества. В сельскохозяйственных почвах, в зависимости от вида обработки и складывающихся физических условий, формируются одновременно как аэробные, так и анаэробные зоны, поэтому трудно оценить раздельный вклад данных процессов в газообразные потери азота. Количественная оценка  $N_2O$ , образующейся при нитрификации или денитрификации, расширяет представление о механизмах формирования  $N_2O$ , информативность о  $N_2O$ , как индикаторе экологической устойчивости почв, и может использоваться для прогноза смягчения или предотвращения негативных последствий нарушения цикла азота.

На базе мелкоделяночного опыта ФГБНУ АФИ в Меньково (Гатчинский район Ленинградской области), по выращиванию пропашных и злаковых культур с биоуглем, в течение вегетационного периода 2015 года были проведены исследования нитрификационной и денитрификационной способностей дерново-подзолистой супесчаной почвы, позволяющие провести оценку количественного вклада изучаемых процессов

в эмиссию  $N_2O$ . Отбор ненарушенных образцов из горизонта 2–7 см осуществлялся при помощи цилиндров из вариантов: контроль, почва с внесением 5 т/га биоугля, почва с внесением 90 кг N/га в виде азофоски, почва с внесением биоугля и 90 кг N/га. Повторность опыта – 4-х кратная. Одновременно с отбором образцов велся учет влажности, температуры, плотности сложения почвы и содержания в ней минеральных форм азота. Определение нитрификации и денитрификации проводили по методикам, предложенным иностранными авторами (Sey et al., 2008; Nergoualc'h et al., 2009). Результаты исследований показали, что интенсивность денитрификационного процесса была достоверно ( $p < 0.001$ ) выше, чем интенсивность нитрификационного процесса, в среднем в 29 раз. Интенсивность процесса нитрификации и денитрификации во всех вариантах опыта достоверно ( $p < 0.05$ ) возрастала с увеличением содержания влажности в почве и увеличением содержания минерального азота ( $p < 0.001$ ). Внесение биоугля достоверно ( $p < 0.05$ ) снижало интенсивность процесса нитрификации. Интенсивность денитрификации достоверно ( $p < 0.05$ ) снижалась при температуре почвы выше  $16^\circ C$  и влажности 17 %, при более низких показателях различия между вариантами с биоуглем и без биоугля были недостоверными.

Работа рекомендована к. б. н., с. н. с. ФГБНУ АФИ Е.Я. Рижия.

УДК 631.415.3

## ВЛИЯНИЕ МАКРО- И МИКРОУДОБРЕНИЙ НА КАТИОННЫЙ СОСТАВ ЧЕРНОЗЕМОВ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ

М.С. Попова

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», [pravta@yandex.ru](mailto:pravta@yandex.ru)

Состав поглощенных катионов оказывает большое влияние на свойства почвы и условия роста растений. Усиление процессов физико-химической деградации почвенного покрова обусловили необходимость всестороннего изучения действия антропогенного фактора на изменение катионного состава почв почвенно-поглощающего комплекса.

Целью наших исследований явилось изучение физико-химических свойств агрочерноземов выщелоченных при применении удобрений в посевах ячменя.

Исследования проводили в ИП глава КФХ «Моисеев А.В.» Базарно-Карабулакского района Саратовской области.

Схема опыта включала следующие варианты:

1. контроль (без удобрений);
2. аммофос + аммиачная селитра (фон);
3. фон + обработка семян препаратом «Рексолин АВС»;
4. фон + некорневая подкормка растений препаратом «Рексолин

АВС»;

5. фон + обработка семян препаратом «Рексолин АВС»+ некорневая подкормка растений препаратом «Рексолин АВС».

Исследуемые почвы были насыщены основаниями, так как степень насыщенности этих почв основаниями составляла 90–91 %. Результаты наших исследований показали, что сумма поглощенных оснований при применении макро- и микроудобрений несколько увеличилась по сравнению с контролем. Наименьшая сумма поглощенных оснований отмечалась на контроле и составила 26.6 мэкв./100 г почвы, а наибольшая на 5 варианте опыта (фон + обработка семян препаратом «Рексолин АВС» + внекорневая подкормка препаратом «Рексолин АВС») – 29.8 мэкв./100 г почвы. При применении только макроудобрений данный показатель был в пределах 28.8, при использовании препарата «Рексолин АВС» в качестве предпосевной обработки на фоне макроудобрений – 29.0 и при обработке вегетирующих растений на фоне макроудобрений – 29.2 мэкв./100 г почвы.

Сумма катионов кальция и магния в составе ППК также немного повышалась при использовании макро – и микроудобрений. Наряду с увеличением катиона кальция в ППК происходило некоторое увеличение гидролитической кислотности. На контроле гидролитическая кислотность составила 2.9 мэкв./100 г почвы, а при использовании удобрений данный показатель возрос до 3.0–3.1 мэкв./100 г почвы.

Таким образом, применение макро- и микроудобрений привело к некоторому изменению физико-химических показателей почвы.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доцентом кафедры земледелия, мелиорации и агрохимии Т.И. Павловой.

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ МИГРАЦИИ  
ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ МЕЛИОРИРУЕМОЙ  
ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ

И.В. Салаев

Санкт-Петербургский Государственный Аграрный Университет,  
avlavr@rambler.ru

Высокая миграционная способность кальция в почвах с промывным типом водного режима является одной из основных причин затухания действия извести и повторного известкования.

Цель настоящих исследований – установить в длительном микрополеводном опыте миграционную способность щелочноземельных металлов при использовании крупных фракций отсева щебёночного производства, карьера Елизаветино, Ленинградской области. Нейтрализующая способность отсева – 84.5 %; содержание карбоната кальция – 46.1 %, карбоната магния – 38.4 %. В отсеве преобладали крупные фракции >5 мм, а также фракции 1–3 мм. Гранулометрический состав отсева следующий: фракции < 0.25 мм – 11.4 %; 0.25–1.00 мм – 12 %; 1–3 мм – 29 %; 3–5 мм – 14 %; 5–7 мм – 11 %; 7–10 мм – 11 %; более 10 мм – 12 %.

В опыте устанавливалась миграционная способность кальция и магния, внесённых в составе щебня, размером 5–7 мм и естественной смеси фракций.

Схема опыта включала 3 варианта:

1. Контроль NPK (фон).
2. Фон + отсев щебня 5–7 мм 5Нг.
3. Фон + отсев щебня – естественная смесь фракций 3Нг.

Повторность опыта 4-х кратная. Для выявления миграции щелочноземельных металлов из произвесткованной почвы, проводился модельный опыт в колонках. В колонки помещали почву, в количестве 600 г. Для одного промывания использовали 400 мл воды. Всего было проведено 3 промывания.

Определение обменных катионов кальция и магния проводили комплексометрическим методом.

Исследования показали, что количество вымытого кальция за 3 промывания составило:

1. Контроль NPK (фон) – 20.3 мг;
2. Фон + отсев щебня 5–7 мм 5Нг– 132.7 мг (8 % от количества кальция, поступившего в колонку с мелиорантом);

3. Фон + отсев щебня – естественная смесь фракций ЗНг–131.2 мг; (14 % от количества кальция, поступившего в колонку с мелиорантом).

Количество вымытого магния за 3 промывания составило:

1. Контроль НПК (фон) – 6.9 мг;

2. Фон + отсев щебня 5–7 мм 5Нг– 102.4 мг; (12 % от количества магния, поступившего в колонку с мелиорантом);

3. Фон + отсев щебня – естественная смесь фракций ЗНг – 115.5 мг; (22 % от количества магния, поступившего в колонку с мелиорантом).

При использовании крупных фракций отсева: 5–7 мм и естественной смеси фракций потери кальция составили примерно одинаковое количество, которое в 7 раз превышало потери кальция из контрольного варианта.

Потери магния за 3 промывания колебались от 17 до 19 % от внесённого количества.

Таким образом, миграционная способность магния, поступившего в почву в составе мелиоранта в год известкования, превосходила миграционную способность кальция.

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

УДК 631.461

## СОДЕРЖАНИЕ УГЛЕРОДА МИКРОБНОЙ БИОМАССЫ – БИОИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ АГРОГЕННЫХ ПОЧВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЭЛЬБРУССКОГО ВАРИАНТА ПОЯСНОСТИ КАБАРДИНО- БАЛКАРИИ (НА ПРИМЕРЕ ПОЛУГИДРОМОРФНЫХ ПОЧВ)

Р.Х. Темботов

Институт экологии горных территорий им. А.К. Темботова КБНЦ РАН,  
лаборатория почвенно-экологических исследований, Нальчик, Россия,  
tembotov.rustam@mail.ru

Углерод микробной биомассы (Смик) – важная часть почвенного органического углерода, показатель его качества и сохранности в почве. Содержание Смик может рассматриваться в качестве индикатора устойчивости почв к различным внешним воздействиям [1].

Целью исследования является сравнительная оценка содержания и запасов углерода микробной биомассы в верхнем слое (0–20 см) полугидроморфных почв пахотных и естественных биогеоценозов степной зоны эльбрусского варианта поясности Кабардино-Балкарии. Объект исследования – лугово-черноземные и луговато-черноземные агропоч-

вы, которые занимают в указанном районе 13.1 тыс. га и длительное время интенсивно используются в сельском хозяйстве. Методической основой данного исследования являлась концепция А.К. Темботова о биологическом эффекте высотно-поясной структуры горных экосистем [2]. Полевые исследования и отбор почвенных образцов в слое (0–20 см) проводили в летний период 2015 г. Определение скорости субстрат-индуцированного дыхания (СИД) осуществляли в соответствии с методическими разработками Н.Д. Ананьевой [1]. Углерод микробной биомассы почвы рассчитывали по формуле: Смик (мкг С/г почвы) = СИД (мкл CO<sub>2</sub>/г почвы/час)×40.04+0.37 [3]. Запасы углерода микробной биомассы в слое мощностью 20 см установили с учётом плотности исследуемых почв. В результате проведённого исследования выявлено, что содержание Смик в чернозёмах агроценозов статистически значимо ( $t > 6.05$ ,  $P < 0.0003$ ) отличалось от показателей естественных почв (табл.). Характеристики гумусового горизонта полугидроморфных почв биогеоценозов соответствовало высоким (более 1000 г/см<sup>3</sup>) значениям содержания Смик, а в пахотных горизонтах – средним (500–1000 г/см<sup>3</sup>) [1]. Расчёт запасов углерода микробной биомассы показал, что многолетнее сельскохозяйственное использование приводит к снижению изученных показателей в среднем в 2 раза.

Таблица. Средние показатели содержания и запасов углерода микробной биомассы в полугидроморфных почвах агро- и биогеоценозов исследуемых территорий.

Почвы (слой 0–20 см)	Смик, мкг С/г почвы		Запасы Смик, г/см <sup>3</sup>	
	БИО	АГРО	БИО	АГРО
Лугово-черноземные	1354.7±47.9 (n=8)	506.3±50.7 (n=10)	321.8±27.5 (n=8)	134.4±13.7 (n=10)
Луговато-черноземные	1224.7±68.7 (n=6)	670.8±40.2 (n=5)	280.6±18.0 (n=6)	179.7±10.6 (n=5)

#### Литература.

1. Ананьева Н.Д. Микробиологические аспекты самоочищения и устойчивости почв. М.: Наука, 2003. 222 с.
2. Темботов А.К. География млекопитающих Северного Кавказа. Нальчик: Эльбрус, 1972. 245 с.
3. Anderson J.P.E., Domsch K.H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils // Soil Biol. 1978. V. 10. No 3. P. 215–221.

Работа рекомендована к. б. н., зав. лаб. почвенно-экологических исследований О.Н. Горобцовой.

## ЭКОЛОГО-АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ АНТРОПОГЕННО-ИЗМЕНЕННОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЛАНДШАФТА АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Уталиев

Астраханский государственный университет, [ars.utaliev94@gmail.com](mailto:ars.utaliev94@gmail.com)

Сохранение, воспроизводство и рациональное использование плодородия земель сельскохозяйственного назначения является одним из основных условий стабильного развития агропромышленного комплекса России. В последние годы в Астраханской 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 агрохимическая оценка залежных земель по обеспеченности органическим веществом и основными элементами питания для разработки перспективных планов их дальнейшего использования в сельском хозяйстве.

В качестве объекта исследования были выбраны почвы антропогенно-измененного сельскохозяйственного ландшафта западнее села Яндыки Лиманского района Астраханской области. Территория находится в пределах низменного сельскохозяйственного ландшафта с сильным техногенным и биологическим воздействием в результате строительной деятельности, сооружений объектов инфраструктуры, гидротехнических сооружений, использования части территории под орошаемое земледелие (оросительные и дренажные каналы). В соответствии с «Классификацией и диагностикой почв России» (2004) с учетом «Систематики почв Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги» (Попов, 1960) в пределах исследуемого участка преимущественно выделены бурые полупустынные (аридные) почвы, лугово-бурые почвы и агроземы (Полевой определитель почв, 2008). Почвообразующими породами являются морские хвалыньские отложения суглинистого гранулометрического состава.

Почвы характеризуются отсутствием деления профиля на генетические горизонты. Во время проведения исследований сельскохозяйственные поля находились в залежном состоянии и не использовались по назначению около 15 лет.

Результаты агрохимического обследования свидетельствуют о том, что содержание гумуса на исследуемой территории составляет 1.50–2.31 %. Средневзвешенное содержание гумуса в пределах исследуемой территории составляет 1.50–2.31 %.

дуемого ландшафта составило 1.73 % к весу воздушно-сухой почвы, что характеризует почвы как средне гумусированные.

По содержанию легкогидролизуемого азота почвы объекта характеризуются очень низкой степенью обеспеченности. Наибольшее содержание азота зафиксировано вагроземах. Средневзвешенное содержание этого элемента в ландшафте составляет 67.03 мг/кг.

На обследованных участках степень обеспеченности почв фосфором варьирует от 38.8 мг/кг до 61.3 мг/кг. Средневзвешенное содержание этого элемента в целом по участку составило 48.32 мг/кг, что характеризует исследуемые почвы как высоко обеспеченные фосфором. Содержание калия в почвах варьирует от 90.2 мг/кг в бурых аридных почвах до 202.6 мг/кг в агроземах. Средневзвешенное содержание этого элемента составило 164.36 мг/кг, что характеризует исследуемые почвы как средне обеспеченные калием. Исследуемые почвы в основном отличаются низким содержанием гумуса и элементов питания растений, за исключением агроземов, где сыграл роль «остаточный эффект» от их использования в сельском хозяйстве. Однако при дальнейшем использовании данных почв необходимо учитывать данные показатели при разработке системы удобрений для сельскохозяйственных культур.

Работа рекомендована д.б.н., профессором Л.В. Яковлевой.

УДК 630\*114.11

## ПОКАЗАТЕЛИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ АГРОГЕННЫХ ПОЧВ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

С.С. Филатова

ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет»  
gorlova.o.p@yandex.ru

Биологическая активность отражает направленность и интенсивность биологических процессов в почвенных экосистемах. Она складывается из совокупности всех процессов жизнедеятельности почвообитающих организмов.

Особую роль в трансформации органики играют микроорганизмы. Именно они обеспечивают функционирование всех звеньев биологического круговорота, от автотрофной фиксации  $\text{CO}_2$  и  $\text{N}_2$ , до окончательной минерализации органических соединений.

Почвенное дыхание и разложение целлюлозы являются наиболее комплексными показателями состояния экологической системы почв. Они отражают активность процессов разложения и минерализации органических веществ почвенной биотой.



Объектами исследования являются почвы катены, протяженностью 940 метров, заложенной на 55.8° с. ш., расположенной на северном пологом склоне в сторону пруда на землях учебного хозяйства Красноярского ГАУ «Миндерлинское», в Красноярской лесостепи. На катене выделены 4 позиции: элювиальная (Э), транзитно-элювиальная (ТЭ), аккумулятивная 1 (А I), аккумулятивная 2 (А II), занятые, соответственно следующими почвами: Э и ТЭ – черноземами обыкновенными среднеспособными, А I – лугово-черноземной, А II – черноземно-луговой оподзоленной среднеспособной.

Проводилось определение потенциальной интенсивности почвенного «дыхания» в чашках Конвея и разложения целлюлозы аппликационным методом в чашках Петри. Исследовались показатели полевой влажности и плотности почв. Пробы отбирали послойно: 0–10 см, 10–20 см, 20–30 см, четырежды за вегетационный сезон.

Анализируя потенциальную интенсивность почвенного «дыхания» можно отметить, что во всех рассмотренных почвах наблюдается активизация почвенных микроорганизмов на глубине 10–20 см, что обусловлено оптимальным соотношением здесь влажности, плотности и температуры почв. Подобное изменение интенсивности почвенного дыхания в профиле определяется так же запасом органических остатков в почве и условиями аэрации.

Сравнивая различные участки катены, можно отметить, что потенциальная активность почвенного дыхания заметно варьирует по срокам отбора. Максимальные показатели отмечены в середине августа. В целом интенсивность дыхания рассмотренных почв можно оценить, как очень слабую и слабую в начале июня. К августу интенсивность биологических процессов нарастает, о чем свидетельствует повышение активности дыхания до средней и повышенной интенсивности.

Максимальная интенсивность разложения целлюлозы отмечена для почв ТЭ позиции, а минимальная – в почвах верхней части катены (Э позиция). Интенсивность целлюлозоразложения не однотипна в профиле рассмотренных почв. В автоморфных почвах наибольшая активность тяготеет к верхнему слою, а в полугидроморфных – смещается на глубину 10–20 см.

Работа рекомендована к.б.н., доц. О.П. Горловой.

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ  
БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ АГРОГЕННЫХ ПОЧВ СТЕПНОЙ  
ЗОНЫ ЭЛЬБРУССКОГО ВАРИАНТА ПОЯСНОСТИ КАБАРДИНО-  
БАЛКАРИИ (НА ПРИМЕРЕ ПОЛУГИДРОМОРФНЫХ ПОЧВ)

Е.М. Хакунова

ФГБУН Институт экологии горных территорий им. А.К. Темботова

КБНЦ РАН, г. Нальчик

elena.khakunova@mail.ru

Неотъемлемой частью исследований биологической активности почв является изучение активности гидролитических ферментов (инвертазы, фосфатазы, уреазы), которые катализируют процессы, формирующих плодородие почв.

Целью исследования является оценка степени изменения активности гидролитических ферментов агрогенных почв, в сравнении с их естественными аналогами. Объект исследования – полугидроморные почвы агро- и биогеоценозов (лугово- и луговато-черноземные) распространенные в степной зоне эльбрусского варианта поясности в пределах Кабардино-Балкарии [1]. Образцы верхнего слоя (0–20 см) пахотных (15 образцов) и естественных (14 образцов) почв отбирали в первой декаде июля 2015 г. Активность гидролаз определяли колориметрическим методом [2] в 3–6-ти кратной аналитической повторности. Полученные показатели оценивали по шкале Гапонюк, Малахова [3].

Установлено, что в результате сельскохозяйственного воздействия уровень ферментативной активности инвертазы и фосфатазы снижается от средней до слабой, а уреазы от высокой до средней (табл.). Для всех агрогенных лугово- и луговато-черноземных почв снижение инвертазной и уреазной активности статистически значимо.

Таблица. Ферментативная активность почв.

Почвы	Инвертаза, мг глюкозы/ 1 г/24 ч	Уреазы, мг NH <sub>3</sub> / 10 г/24 ч	Фосфатаза, мг P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / 100 г/1 час
Лугово- черноземные	<u>9.96±0.92</u> 30.78±4.14	<u>11.6±1.2</u> 31.4±4.0	<u>14.53±1.38</u> 21.69±2.11
Луговато- черноземные	<u>8.70±1.32</u> 23.36±3.12	<u>18.3±3.5</u> 32.7±4.0	<u>14.82±1.61</u> 17.71±1.13

Примечание: в числителе – показатели почв агроценозов, в знаменателе – биогеоценозов.

Ферментативная активность является чувствительным индикатором биологического состояния почв, она характеризует интенсивность биохимических процессов и может служить диагностическим показателем уровня плодородия почв.

#### Литература

1. Соколов В.Е., Темботов А.К. Позвоночные Кавказа. Млекопитающие. Насекомоядные. М., Наука. 1989. 547 с.
2. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону, 2003. 204 с.
3. 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., доцентом, зав. лабораторий почвенно-экологических исследований ИЭГТ КБНЦ РАН О.Н. Горобцовой.

УДК 631.10

## КИСЛОТНО-ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА БИОУГЛЯ ЛИПЫ

А.М. Хисамова

Казанский (Приволжский) федеральный университет,  
his.alina94@mail.ru

На сегодняшний день возрастает интерес использования биоугля, получаемого пиролизной переработкой растительных остатков различного происхождения для улучшения показателей окультуренности и качества почв [1]. Кислотно-основные свойства биоуглей в значительной степени определяются характером пористой структуры и химическим состоянием поверхности, на которое существенное влияние оказывают исходные материалы, используемые для их получения [2]. В настоящее время всё большую популярность приобретает древесный уголь, так называемый биоуголь (biochar), использование которого повышает плодородие и улучшает физико-химические свойства почвы.

Объектом исследования являлся биоуголь, предоставленный КНИТУ, полученный в результате пиролиза древесных остатков липы при температуре 650 °С. Исследования кислотно-основных свойств проводилось в нативных образцах и в образцах после разложения наиболее легкоразлагаемых фракций органического вещества биоуглей. Сорбционная емкость по кислоте и по щелочи был определен согласно методике предложенной для нанопористых материалов, точка нулевого

солевого эффекта согласно методике предложенной для почв и кислотность функциональных групп по стандартизированной методике Боэма. Исследования морфологии образца выполнялись на автоэмиссионном сканирующем электронном микроскопе Merlin (CarlZeiss). Элементный анализ поверхности биоугля проводилось с помощью детектора X-Мах установленный на микроскопе Merlin.

Микроснимки показывают, что образец биоугля состоит из микроструктурных частиц и сохраняет биологически сложную микроструктуру липы, повторяя строение его естественных каналов. На поверхности биоугля, кроме углерода, обнаружено высокое содержание кислорода, а также кальция, калия и хлора (табл.).

Таблица. Элементный состав поверхности биоугля.

Элемент	Вес. %	Атом. %	Название эталона
C	41.80	53.25	C Vit
O	42.66	40.81	SiO <sub>2</sub>
Cl	0.09	0.04	NaCl
K	0.11	0.04	KBr
Ca	15.34	5.86	Wollastonite
Сумма	100.00	100.00	

Результаты потенциометрического титрования биоугля показали, что точка нулевого заряда биоугля наблюдается в диапазоне pH 7.8–8.0. Кислотность нативных образцов биоугля в основном связано присутствием на поверхности биоугля лактонных групп (227  $\mu\text{моль/г}$ ), а также фенольных (65  $\mu\text{моль/г}$ ) и карбоксильных функциональных групп (7  $\mu\text{моль/г}$ ). После деструкции наиболее легкоразлагаемой фракции органического вещества биоугля увеличилось содержание фенольных (85  $\mu\text{моль/г}$ ) и карбоксильных групп (58  $\mu\text{моль/г}$ ). Содержание лактонных групп практически не изменилось (224  $\mu\text{моль/г}$ ).

#### Литература

1. Кинле Х., Бадер Э. Активные угли и их активное применение. Л: «Химия», 1984.
2. Amonette JE, Joseph S. Biochar for Environmental Management, Earthscan, London. 2009.

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

Поймы рек Оби и Ваха широко используются в сельском хозяйстве. В среднем течении Оби существуют хорошие возможности использовать эти поймы под сенокосные угодья. Оценке плодородия почв при оценке сенокосных угодий отводится одно из главных мест, поэтому объектом исследования послужили аллювиальные почвы в поймах рек Оби и Ваха и их показатели плодородия.

Цель исследования заключается в исследовании плодородия аллювиальных почв р. Обь и р. Вах, занятых под сенокосные угодья.

Методы, использованные при изучении плодородия аллювиальных почв сенокосных угодий, следующие: гранулометрический состав методом Рутковского, обменные катионы  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ , рН водный и солевой (ГОСТ 26483-85), количество углерода органических соединений – методом определения органического вещества фотометрическим методом Тюрина по ЦИНАО для минеральных почв (ГОСТ 26213-91) и гравиметрическим методом определения массовой доли органического вещества для торфяных почв (ГОСТ 27784-88), подвижные формы фосфора  $\text{P}_2\text{O}_3$  (ГОСТ Р 54650-2011), подвижные формы  $\text{K}_2\text{O}$  (ГОСТ Р 54650-2011), обменный аммоний  $\text{N}(\text{NH}_4)^+$  (ГОСТ 26489-85), обменные катионы  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  (М-МВИ-80-2008).

Результаты исследования показывают, что исследуемые аллювиальные почвы обладают достаточно высокими показателями органического вещества, в среднем 18.6 %. Наибольшим количеством органического вещества обладают аллювиальные почвы с оторфованным верхним горизонтом – 71.4 %, сформированные в нижнем течении р. Вах. Обеспеченность аллювиальных почв питательными элементами разная. Результаты показывают, что очень низкий уровень обеспеченности подвижных форм фосфора имеют почвы р. Вах (11.6 мг/кг), в особенности верхнее течение; аллювиальные почвы поймы р. Обь имеют низкую обеспеченность (42.9 мг/кг); средней обеспеченностью почв по содержанию фосфора (91.35 мг/кг) обладает пойменный участок нижнего течения р. Вах. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о разной обеспеченности подвижных форм калия, как в пространственном отображении, так и по профилю аллювиальных почв. Верхние, корнеобитаемые органические горизонты обладают повышенным содержанием

ем калия (141.4 мг/кг) – в пределах поймы р. Вах, высоким содержанием (193.1 мг/кг) – пойма р. Обь и очень высоким содержанием (296.2 мг/кг) – нижнее течение р. Вах. Содержание обменного аммония на исследуемых участках взятия проб показывают очень низкую обеспеченность (11.6 мг/кг) и только на одном участке в нижнем течении р. Вах обеспеченность почвы по содержанию азота низкая (44.9 мг/кг).

Гранулометрический состав показывает, что высокие уровни пойм обладают лучшими показателями для плодородия почв (табл.).

Таблица. Гранулометрический состав аллювиальных почв р. Обь (некоторые результаты).

Положение в рельефе	Гранулометрический состав, %				Название мех. состава
	> 0.5 мм	0.5–0.05 мм	0.05–0.005 мм	> 0.005 мм	
Высокая пойма	0	60	29.81	10.19	суглинок легкий
Низкая пойма	0	65	35	0	песок
Центральная пойма	0	55	35.94	9.06	супесь тяжелая

Проведенное исследование показывает, что аллювиальные почвы обладают невысоким потенциалом плодородия почв. Наиболее высокие показатели плодородия почв показали сенокосные угодья, расположенные в устьевой части и нижнем течении р. Вах. Этот факт сказывается и на высокой продуктивности сенокосов – 118.2 ц/га.

Работа рекомендована к.г.н., доцентом Е.А. Коркиной.

УДК 631. 415. 3. 631. 89: 633. (470. 44)

## ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ

Н.А. Чапова

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н.И. Вавилова», pavvta@yandex.ru

В засушливых условиях Заволжья влияние различных видов удобрений на физико-химические свойства такие, как состав поглощенных оснований и буферность, изучены недостаточно. Поэтому изучение данных вопросов даст возможность предотвратить деградацию почв и прогнозировать стабилизацию равновесного состояния их в агроэкосистемах.

Исследования проводили в о. п. «Кировское» Марковского района Саратовской области на каштановых среднетяжелосуглинистых почвах в звене севооборота: пар – озимая пшеница – нут. Схема опыта включала следующие варианты: 1. Контроль – без удобрений. 2. Минеральные удобрения по схеме: пар (P30) – озимая пшеница (N30) – нут (P30). 3. Органические удобрения по схеме: пар (навоз 30 т/га) – озимая пшеница – нут (солома яровой пшеницы).

Наши исследования показали, что сумма поглощенных оснований увеличивалась при применении удобрений. На контроле в пару сумма поглощенных оснований составила 31.52–31.78 мг-экв/100 г почвы. Внесение минеральных удобрений повышало эту величину почти на 2–3 мг-экв/100 г почвы, что на 5.9–11.5 % выше контроля. Запашка навоза и соломы увеличивала сумму поглощенных оснований на 9.7–15.8 % по сравнению с контролем. Под озимой пшеницей сумма поглощенных оснований мало отличалась от данных по пару и была примерно в тех же пределах. Под нутом на контроле сумма поглощенных оснований составила 31.70 мг-экв/100 г почвы. На фоне минеральных удобрений (P30) данный показатель был наибольшим по сравнению с паром и озимой пшеницей, где он составил 35.33 мг-экв/100 г почвы, что на 11.5 % выше контроля. На варианте с органическими удобрениями эта величина была 36.70 мг-экв/100 г почвы (на 15.8 % больше контроля).

Органические удобрения в большей степени вызывали увеличение обменного кальция в почве, содержание которого даже в пару увеличивалось на 13.1 % и снижение катиона натрия в почвенно-поглощающем комплексе (ППК). На фоне органических удобрений количество натрия в ППК было в пределах 4.03–4.57 %, на варианте с минеральными удобрениями – 5.80–7.18 %.

Буферность почвы можно рассматривать как интегральный показатель физико-химических условий функционирования агроэкосистем.

В чистом пару буферная емкость по отношению к кислоте на контроле составила 0.86 ммоль/100 г почвы, а по отношению к основанию – 1.03 ммоль/100 г почвы. Высокая буферность почвы наблюдалась при внесении навоза и составила по отношению к кислоте 1.03 ммоль/100 г почвы, что на 19.8 % выше, чем на контроле, а по отношению к основанию – 1.17 ммоль/100 г почвы, что выше контроля на 13.6 %. При внесении в пар минеральных удобрений буферность почвы мало отличалась от контроля. Под озимой пшеницей на контроле буферная емкость по отношению к кислоте была 0.86 ммоль/100 г почвы, а по отношению к основанию – 1.02 ммоль/100 г почвы. На варианте с

минеральными удобрениями буферность почв под этой культурой практически не изменялась. Внесение органических удобрений под эту культуру увеличивало буферность почвы – до 0.94 ммоль/100 г почвы по кислоте и до 1.17 ммоль/100 г почвы по основанию. Самая высокая буферная емкость отмечена под нутом по сравнению с паром и озимой пшеницей и составила на контрольном варианте по отношению к кислоте– 0.94 ммоль/100 г почвы, а по отношению к основанию – 1.09 ммоль/100 г почвы. Последствие навоза и использование соломы под нут увеличило буферность почвы по отношению к кислоте на 16 %, а по отношению к основанию – на 14.7 % выше контроля.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доцентом кафедры земледелия, мелиорации и агрохимии Т.И. Павловой.

УДК 631.4

## ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТАЮЩИХ ДОЗ ДОЛОМИТОВОЙ МУКИ НА НАКОПЛЕНИЕ ЦИНКА РАСТЕНИЯМИ КОРМОВЫХ БОБОВ

К.Ф. Шаврина

ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»  
Санкт-Петербург, shavrik08@rambler.ru

Цинк играет важную роль в развитии растений. Основными функциями являются метаболизм углеводов, фосфатов и протеинов, образование ауксинов, ДНК и рибосом. В тоже время этот элемент относится к числу опасных экотоксикантов [1]. Исследование взаимодействия Zn–Ca и Zn–Mg, неполных химических аналогов необходимо для выявления закономерностей влияния известкования на распределение цинка в системе почва–растение. Известкование кислых почв может приводить к дефициту Zn для растений, а также рассматривается как прием снижения поступления данного элемента в растения на загрязненных почвах. Исследование взаимодействия Zn–Ca и Zn–Mg в системе почва–растение в широком диапазоне доз доломитовой муки позволяет построить зависимости доза–ответ, характеризующие влияние концентраций Ca и Mg в почве на подвижность Zn в почве и накопление его растениями.

Влияние концентраций Ca и Mg на распределение Zn в системе почва–растение в условиях возрастающих доз доломитовой муки (ДМ) изучали на микрополевом опыте, заложенном в Меньковском филиале АФИ в полиэтиленовых сосудах без дна в мае 2012 года. Из каждой делянки (сосуда) была вынута почва на глубину пахотного слоя (25 см) и



внесена кислая легкосуглинистая дерново-подзолистая почва. Схема опыта: 1. Контроль; 2. ДМ 0.2 Нг; 3. ДМ 0.3 Нг; 4. ДМ 0.4 Нг; 5. ДМ 0.5 Нг; 6. ДМ 0.6 Нг; 7. ДМ 0.7 Нг; 8. ДМ 0.8 Нг; 9. ДМ 0.9 Нг; 10. ДМ 1.5 Нг. Минеральные удобрения вносили ежегодно, в мае, в каждый сосуд, в дозе N75P50K50. Отбор смешанных почвенных проб проводили тростевым буром: 1-й отбор до внесения мелиоранта – 22 мая 2012 года, далее – через 63, 359, 414, 713 и 839 суток после закладки опыта. В 2014 году опытная культура – овощные бобы сорта «Белорусские». С каждой делянки было отобрано по 10 растений. В почве определяли  $pH_{KCl}$  потенциометрическим методом, содержание ТМ – атомно-абсорбционным, обменных  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  комплексонометрическим методом. Подвижные соединения Zn извлекали ацетатно-аммонийным буферным раствором с  $pH$  4.8, содержание кислоторастворимых соединений Zn устанавливали после химического разложения проб 5M  $HNO_3$ .

Выявлена тесная корреляционная связь между концентрацией Zn в надземной части кормовых бобов и  $pH$  почвы, ( $r = -0.865$ , при критическом значении  $r$  на 5 % уровне значимости 0.632). Зависимость концентраций обменных соединений  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  в почве от дозы мелиоранта характеризовалась  $r = 0.823$  и  $r = 0.844$  соответственно. Концентрация Zn в надземной части растений кормовых бобов линейно снижалась при увеличении концентраций обменных соединений  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  в почве: коэффициенты корреляции по линейной модели составили  $r = -0.774$  и  $-0.743$  соответственно (при критическом значении  $r$  на 5 % уровне значимости 0.632). Концентрация цинка в корнях кормовых бобов не зависела от концентраций  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  в почве. Установлены коэффициенты накопления Zn надземной частью и корнями кормовых бобов относительно содержания кислоторастворимых и подвижных соединений элемента в почве ( $KH_1$  и  $KH_2$  соответственно). Зависимость  $KH_1$  цинка надземной частью кормовых бобов от дозы мелиоранта характеризовалась коэффициентами корреляции  $r = -0.799$ . Значения  $KH$  цинка корнями не зависели от дозы мелиоранта.

#### Литература

Ашаб И.В. Взаимодействие цинка с другими элементами как показатель его экологической активности//Агрохимия, 1994. № 11. С. 114–128.

Работа рекомендована д.б.н. С.Е. Витковской.

## ОЦЕНКА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ ОСНОВНЫХ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПАХОТНЫХ УГОДИЙ ТОО «МИЧУРИНО»

(СЕВЕРНЫЙ КАЗАХСТАН) МЕТОДАМИ ГЕОСТАТИСТИКИ

Р.В. Шакирзянов, С.С. Рязанов, Е.С. Ваганова, А.Г. Галиуллина

Казанский федеральный университет, r-shakirzyanov@mail.ru

Современные технологии точного (прецизионного) земледелия построены на оценке пространственно-временной неоднородности конкретных сельскохозяйственных угодий. Однако при проведении агрохимических обследований в соответствии с действующими стандартами вариабельность агрохимических свойств полей на малых расстояниях практически не учитывается. Цель работы – исследование пространственной вариабельности основных агрохимических показателей пахотных угодий Северного Казахстана, на примере детального изучения земель ТОО «Мичурино» с использованием ГИС-технологий и современных методов геостатистики.

Для оценки пространственной вариабельности использовали результаты обследования двух массивов пашни (1973 га и 1378 га), включающих по несколько сопряженных полей севооборотов. Отбор смешанных проб проводили с элементарных участков площадью 20 га (вместо 100 га в соответствии с ГОСТ 28168-89) с точной привязкой точек отбора индивидуальных проб с помощью GPS-навигации. В образцах определяли содержание органического вещества по методу Тюрина, содержание щелочногидролизуемого азота по Корнфилду, содержание подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина. Определение pH и удельной электрической проводимости (ЕСв) проводили в водной вытяжке. Статистическую обработку результатов проводили в программах AtteStat и STATISTICA 8.0, геостатистический анализ данных с применением языка программирования R

Было показано, что исследованные массивы почв можно отнести к среднегумусным южным незасоленным карбонатным черноземам, с достаточно однородными химическими, и физико-химическими свойствами, но с достаточно сильным варьированием содержания доступных элементов питания. Применение традиционных методов статистического анализа не позволило выявить какие-либо пространственные закономерности в вариабельности агрохимических свойств. Был сделан вывод, что для исследования вариабельности необходимо применение геостатистических методов пространственного анализа данных. Было показано отсутствие направленных изменений пространственного варьирова-

ния (анизотропности), поэтому для пространственного анализа обоих массивов ограничили построением изотропных вариограмм. Для всех полученных вариограмм характерно отсутствие тренда. Оценка вариограмм показывает, что пространственная вариабельность содержания гумуса, рН водного и удельной электропроводности на пахотных массивах имеет выраженную квазипериодичность. Однако периодичность изменчивости данных свойств характеризуется разными радиусами пространственной корреляции. Пространственная вариабельность содержания элементов питания в зависимости от массива описывается как моделями чистого наггета (случайное варьирование), так и сферическими моделями сглаживания, характеризующими наличие периодических (закономерных) составляющих в пространственной вариабельности. Анализ вариограмм показывает, что несмотря на подобие изученных массивов по оценкам нормальности распределения, по абсолютным величинам агрохимических показателей и показателям, характеризующим вариабельность, по сочетанию случайных и закономерных составляющих выявляемых вариографией они сильно отличаются друг от друга. Можно сделать вывод, что при построении интерполированных картограмм обеспеченности полей содержанием отдельных элементов питания требуется дифференцированный выбор моделей сглаживания.

Работа выполнена при финансировании по российско-казахстанскому проекту НИР – «АТАМЕКЕН 15».

Работа рекомендована к.б.н., доц. К. Г. Гиниятуллиным.

УДК 631.10

## ТОЧНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ: ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ТРЕБУЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

А.Л. Шкапина

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

В работе «Точное земледелие: примеры использования и требуемое программное и техническое обеспечение» представлен подробный обзор требуемых для прецизионного земледелия сельскохозяйственных машин, изучен набор современных программных продуктов, используемых в сельскохозяйственном производстве, а также используется качественно новый подход к внесению минеральных удобрений, заключающийся в дифференцировании неоднородного объекта – поля – на участки, нуждающиеся в различном уровне химизации, что выгодно

отличает данный метод от технологии внесения на всю площадь поля усреднённой дозы. Кроме того, для данной территории впервые был создан обширный пакет электронных картографических продуктов, включающий в себя векторную карту в масштабе 1:100 000, проведён отбор почвенных проб, составлены многослойные агрохимические карты по ряду показателей почвенного плодородия и карты NDVI, а также основанные на них карты дифференцированного внесения удобрений (в частности калийных), позволяющие в автоматическом режиме регулировать дозу химикатов. Также было проведено дифференцированное внесение азотных удобрений в режиме «online» с использованием системы GreenSeeker. Целью данной работы являлось изучение и оценка возможности применения программного и технического обеспечения для точного земледелия при оптимизации и повышении окупаемости использования минеральных удобрений на примере ЗАО «Озера».

Результатом проведения работы явились агрохимические карты, карты-задания по дифференцированному внесению удобрений. Для полей хозяйства была установлена высокая обеспеченность полей подвижными формами фосфора (178–370 мг/кг почвы), высокая обеспеченность обменным калием (100–262 мг/кг почвы) повышенная обменным кальцием (8–16.7 ммоль(+)/100 г почвы). С использованием системы GreenSeeker RT 200 были рассчитаны и внесены дозы корневых азотных подкормок, согласно алгоритму оптимизации уровня содержания азота в листьях и потребности картофеля в этом элементе (средняя доза для опытных полей составляла 13 и 15.5 кг аммиачной селитра на 1 га). Также был сделан вывод о необходимости учитывать инвестиции для приобретения технических средств и программного обеспечения, осуществления предварительных работ и научно-технической поддержки их реализации.

Работа рекомендована к.б.н., д.т.н., проф. Д.М. Хомяковым.

ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ  
АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
ДЕРНОВО-МЕЛКОПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ СПК «РОДИНА»  
СИВИНСКОГО РАЙОНА ПЕРМСКОГО КРАЯ

Д.Г. Шишков, И.А. Яшина

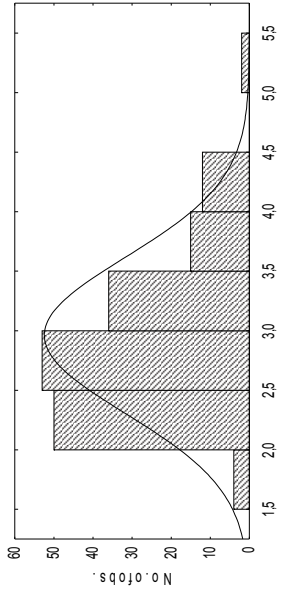
ФГБОУ ВО Пермская ГСХА, danil.schischkov@mail.ru

Неравномерность почвенного плодородия оказывает значительное влияние на урожайность с.-х. 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 СПК «Родина» Си-Почвенные образцы были отобраны сотрудниками ФГУ ГЦАС «Пермский» и студентами ФГБОУ ВО Пермской ГСХА во время прохождения практикис элементарных участков (8–10 га) с глубины 0–20 см. Всего было обследовано 4341 га пашни с дерново-мелкоподзолистыми 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.

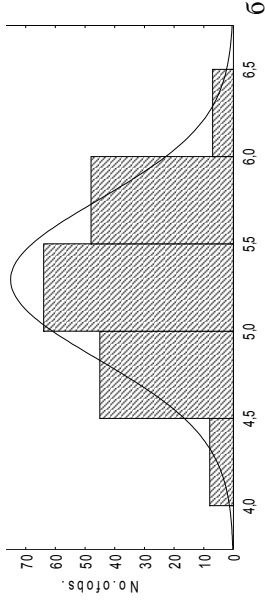
Анализ почвенных образцов показал, что содержание органического вещества в дерново-мелкоподзолистых почвах изменялось от очень низкого до среднего (рис., а). Разброс величин других определяемых агрохимических показателей также достаточно велик (рис., б-г).

Для оценки пространственной неоднородности агрохимических показателей дерново-мелкоподзолистых почв СПК «Родина» проведена математическая обработка данных методом вариационной статистики. Математическая обработка подтвердила изменчивость агрохимических показателей в почвах хозяйства по обследуемым участкам. Исследования показали, что дерново-мелкоподзолистые почвы можно считать однородными по содержанию органического вещества ( $V = 22.1\%$ ) и обменной кислотности ( $V = 8.6\%$ ). По содержанию подвижных форм фосфора и калия почвы хозяйства не однородны, так как  $V$  составил соответственно 63 и 32%. Данное утверждение справедливо, если за основу взять коэффициент вариации, указанный Б.Г. Розановым (25%). Поэтому, для эффективного применения удобрений под с.-х. культуры в СПК «Родина» необходимо учитывать пространственную неоднородность агрохимических показателей.

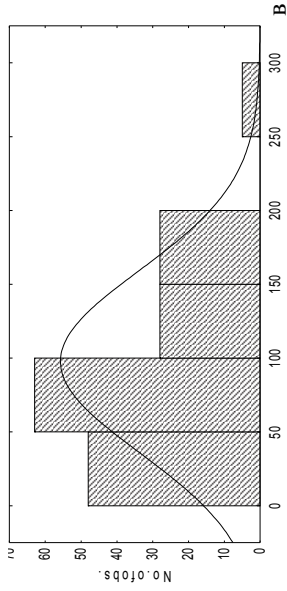
Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. Н.М. Мудрых.



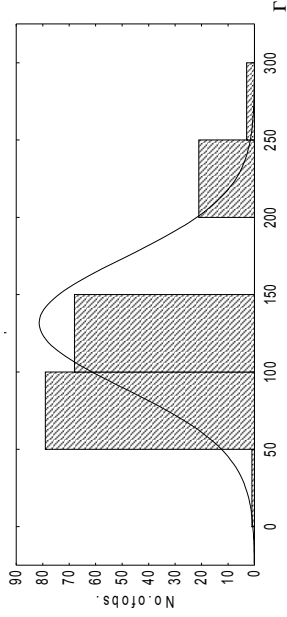
а



б



в



г

а – содержание органического вещества, б – обменная кислотность, в – содержание подвижного фосфора, г – содержание подвижного калия  
 Рисунок. Варьирование физико-химических свойств и содержания элементов питания в дерново-мелкоподзолистых почвах

Секция V

*Исследования органического  
вещества почв*

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ НА КОЛИЧЕСТВО И КАЧЕСТВО ГУМУСА КАШТАНОВЫХ ПОЧВ

К.Н. Синельникова

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», pavvta@yandex.ru

Гумусное состояние почв зависит от количества поступающего в почву органического вещества, его минерализации и гумификации. Гумус определяет многие важнейшие свойства почв, их физическое состояние, агрохимические показатели, биологическую активность и другие свойства.

Цель работы – изучить влияние различных систем удобрений на количественный и качественный состав гумуса.

Исследования проводили в о. п. «Кировское» Марковского района Саратовской области на каштановых среднемощных малогумусных тяжелосуглинистых почвах в звене семипольного зернопарового севооборота: пар – озимая пшеница – нут. Схема опыта включала следующие варианты: 1. Контроль – без удобрений. 2. Минеральные удобрения по схеме: пар (P30) – озимая пшеница (N30) – нут (P30). 3. Органические удобрения по схеме: пар (навоз 30 т/га) – озимая пшеница – нут (солома яровой пшеницы).

Наши исследования показали, что удобрения вызывали некоторое увеличение содержания общего гумуса в почве. В пару на контроле количество гумуса составило 2.02 %. Внесение минерального удобрения (P30) не вызывало изменений в содержании гумуса (2.03 %) по сравнению с контролем. На вариантах с органическими удобрениями этот показатель возрос до 2.18 %, что соответственно на 0.16 % выше контроля. Под озимой пшеницей на контрольном участке количество гумуса было 2.61 %, при применении минеральных удобрений – 2.67 %, органических – 2.77 %. Под нутом на контроле было самое низкое количество гумуса и составляло 1.96 %. Внесение минеральных удобрений (P30) несколько увеличивало содержание гумуса в почве – до 2.15 %, органических – до 2.21 %.

В повышении плодородия почв имеет большое значение не только количество гумуса, но и его качество. Полученные нами данные показали, что в составе гумуса на всех вариантах опыта преобладали гуминовые кислоты. В пару доля гуминовых кислот в составе гумуса изменялась по вариантам опыта от 20.7 до 25.4 %. Минимальное количество ГК (20.7 %) характерно для почвы контрольного варианта. Приме-



нение удобрений вызывало увеличение содержания ГК в почве и в большей степени на фоне органических удобрений. Одновременно с увеличением доли ГК несколько возрастало количество фульвокислот (ФК), что говорит о происходящих в почве процессах устойчивого гумусообразования. При этом происходило снижение количества инертных форм (гумин) от контроля (66.4 %) к варианту с органическими удобрениями (62.1 %). Под озимой пшеницей на контроле доля ГК в слое 0–40 см составила 15.3 %, а ФК – 12.2 %. При применении минеральных удобрений (N30) под эту культуру количество ГК возрастало до 18.2 %, а содержание ФК несколько снизилось (12.0 %). На варианте с органическими удобрениями количество ГК увеличилось еще больше – до 23.0 %, а на долю ФК приходилось 13.8 %. Под озимой пшеницей так же, как и в пару имела место тенденция к снижению негидролизуемого остатка от контроля (72.6 %) к варианту с органическими удобрениями (63.2 %). Под нутот количество ГК изменялось по вариантам опыта мало и находилось в пределах 24.8–24.9 %, а ФК – от 13.6 % до 18.9 %. Минимальное количество ГК и ФК наблюдалось на контрольном варианте, а максимально содержание ГК было на фоне органических удобрений, а ФК – при применении минеральных удобрений.

Таким образом, применение органических удобрений оказывало положительное влияние не только на количество гумуса, но и улучшало его качественный состав.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доцентом кафедры земледелия, мелиорации и агрохимии Т.И. Павловой.

УДК 631.45

## КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ПОТОКОВ И ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА МОДЕЛЬНЫХ ГАЗОННЫХ ЭКОСИСТЕМ

А.С. Алюнова

Российский университет дружбы народов, Москва, sm.agatka@mail.ru

Актуальность и постановка проблемы. Одной из основных экологических проблем являются глобальные климатические изменения, вызванные, в частности, повышенной эмиссией парниковых газов. Баланс углерода в наземных экосистемах определяет эмиссию/ депонирование основного парникового газа CO<sub>2</sub>. Основные запасы углерода наземных экосистем находятся в почвах. В то же время, почвенное дыхание – важнейший источник исходящих потоков CO<sub>2</sub> в атмосферу. Соотношение потоков и запасов углерода в почве АО многом определяется харак-

тером землепользования и антропогенной нагрузкой. Урбанизация – важная тенденция изменения землепользования, приводящая к изменениям растительности и почв. В почвенном покрове городов преобладают антропогенно нарушенные почвы и почвенные конструкции. Потоки и запасы углерода городских почвенных конструкций остается малоизученным. Значительный прирост наземной и корневой биомассы газонных трав может способствовать приросту запасов углерода. В то же время особенности строения и свойств почвенных конструкций (в частности, использование легко минерализуемых субстратов на основе низинного торфа) позволяет предположить высокую эмиссию  $\text{CO}_2$ . Запасы углерода микробной биомассы и микробное дыхание почвенных конструкций также остается мало изученным. В рамках проведенного исследования был проведен комплексный анализ потоков и запасов углерода почвенных конструкций, отличающихся по строению профиля и характеру используемых субстратов.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования послужили модельные почвенные конструкции, установленные на территории кампуса РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева в САО г. Москвы. Конструкции заложены в прозрачные экспериментальные контейнеры из инертного материала ( $n = 27$ ) и отличаются по мощности органогенного горизонта (5, 10 и 20 см) и типу органогенного субстрата (низинный торф, торфо-песчаная смесь, торфо-земельная смесь, песчано-земельная смесь, верховой торф, «котлованный грунт» (моренный материал) и сапропель. Растительность представлена парковым газоном двухлетнего возраста. В ходе эксперимента изучались запасы: почвенный органический углерод, углерод наземной и корневой биомассы и углерод микробной биомассы; и потоки: эмиссия  $\text{CO}_2$  *in situ*, базальное дыхание. Эмиссия  $\text{CO}_2$  измерялась с десятидневным интервалом в период июнь–октябрь 2015 года с параллельным мониторингом температуры и влажности. Остальные параметры измерялись в отобранных образцах почвы и биомассы один раз в конце сезона

Результаты и обсуждения. Выявлена значительная неоднородность изучаемых свойств (особенно микробиологических параметров) почвенных конструкций. Основным фактором, оказывающим воздействие на потоки и запасы почвенных конструкций стал тип органогенного субстрата. Предварительный расчет показывает отрицательный углеродный баланс (преобладание эмиссии углерода над его удельными запасами) для большинства изученных конструкций. Сопоставление с результатами 2013–2014 годов выявляет тенденцию сокращения запасов углерода со временем. Таким образом, городские почвенные конструк-

ции являются активным источником эмиссии CO<sub>2</sub>, вклад которого в общую региональную эмиссию углерода и сопутствующие климатические изменения нуждается в дальнейших исследованиях.

Работа выполнена при поддержке Грантов РФФИ № НК 15-54-53117, № НК 15-34-70003.

Работа рекомендована к.б.н., доцентом агробиотехнологического департамента аграрно-технологического института РУДН В.И. Васеневым.

УДК 631.4

## ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ ГУМУСА И ЕГО ПОДВИЖНЫХ ФОРМ В АГРОСЕРОЙ ПОЧВЕ

М.С. Бутенко

Красноярский государственный аграрный университет, mbs.93@mail.ru

Потребность в органических удобрениях для воспроизводства гумуса в пахотных почвах РФ в настоящее время составляет 840 млн т. Удовлетворяется эта потребность лишь на 13 % [1]. Одним из факторов сохранения и воспроизводства плодородия является внесение в почву удобрений. Однако, в последнее время применение удобрений резко сократилось: минеральных более чем в 15 раз, а органических в 8–12 раз [2], поэтому актуальным является поиск новых источников агрохимических ресурсов для создания удобрений на их основе. На кафедре почвоведения и агрохимии Красноярского ГАУ разработана технология переработки птичьего помета и опилок методом вермикюльтуры в новое экологически безопасное удобрение – биогумус. Полученное удобрение характеризуется нейтральной реакцией среды и содержит в %: азот валовый – 1.40; аммиачный – 0.097; нитратный – 0.194; валовые фосфор – 2.46 и калий – 1.16. Новое удобрение еще недостаточно изучено, поэтому цель исследования состояла в оценке действия биогумуса, а также азофоски на содержание гумуса и его подвижных форм в агросерой почве Красноярской лесостепи. Для достижения поставленной цели провели вегетационно-полевой опыт на стационаре Красноярского ГАУ на агросерой почве, согласно схеме: 1. Контроль (без удобрений); 2. Биогумус 3 т/га; 3. Биогумус 6 т/га; 4. Биогумус 1.5 т/га + азофоска эквивалентно 1.5 т/га биогумуса; 5. Биогумус 3 т/га + азофоска эквивалентно 3 т/га биогумуса; 6. Азофоска эквивалентно 3 т/га биогумуса; 7. Азофоска эквивалентно 6 т/га биогумуса. Опыт проводили в четырехкратной повторности, размещение вариантов – последовательное.

Удобрения вносили перед посевом первой культуры в севообороте: кукуруза–пшеница–ячмень. Перед закладкой опыта и после уборки полевых культур ежегодно отбирали почвенные образцы, в которых определяли содержание углерода гумуса (С<sub>гум</sub>) по методу И.В. Тюрина [3] и углерода подвижного органического вещества (С<sub>пов</sub>) по И.В. Тюрину в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой [4]. Результаты исследования показали, что агросерая почва характеризуется низким содержанием гумуса, которое составляет 3.27 %. Под действием удобрений отмечается тенденция повышения этого показателя. Выявили, что только применение 6 т/га биогумуса в почву способствует достоверному повышению в ней гумуса. В этом же варианте опыта в большей степени по отношению к контролю и другим удобренным вариантам возросло и количество С<sub>пов</sub>, которое составило 727 мг/100 г., что составляло 19 % от С<sub>гум</sub>. Пополняется подвижный гумус в почве за счет разложения вносимых удобрений и растительных остатков [5]. В итоге, под действием биогумуса в агросерой почве возрастает содержание гумуса и подвижной его формы, способствующей повышению эффективного плодородия почвы.

Библиографический список

Кизяев Б.М., Кирейчева Л.В. Восстановление плодородия мелиорируемых земель – актуальная задача / Плодородие. 2006. № 5. С. 18–20.

Гамзиков Г.П. Возможности использования природных агрохимических ресурсов в качестве удобрений //Болота и Биосфера: Мат-лы VI-й Всерос. науч. шк., 10–14 сентября 2007 г. Томск, 2007. С. 28–32.

3.Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. С. 478.

4. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Гумус и почвообразование (методы и результаты изучения). – Л.: Наука, 1980. – 222 с.

5. Чупрова В.В. Углерод и азот в агроэкосистемах Средней Сибири. – Красноярск.: КГУ, 1997. 166 с.

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.А. Ульяновой.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕСНЫХ ПОДСТИЛОК ХРОНОЛОГИЧЕСКОГО  
РЯДА ВЫРУБОК КАРЕЛИИ

В.А. Вдовиченко

Институт леса КарНЦ РАН, г. Петрозаводск,  
veronikavdovichenko@gmail.com

Лесные подстилки являются средой обитания микроорганизмов, растений и животных, под влиянием которых происходят процессы разложения и трансформации поступающего на поверхность почвы органического вещества. Преобразование органических остатков влияет как на характер почвообразовательных процессов, так и на функционирование лесных экосистем в целом.

Целью данной работы являлось изучение лесных подстилок на вырубках в условиях естественного лесовозобновления.

Объектами исследования послужил хронологический ряд вырубок из-под сосновых древостоев 2, 9, 20 и 40 лет. В качестве контроля для исследования было выбрано 120-летнее сосновое насаждение. Почвы всех пробных площадей представляли собой подзолы иллювиально-железистые песчаные на элювии коренных горных пород. Исследование лесных подстилок включало детальное описание морфологического строения, определение мощности подгоризонтов, запасов органического вещества (как в подгоризонтах, так и в неделимых лесных подстилках), а также зольности органогенных горизонтов.

Мощность лесных подстилок на первых двух пробных площадях (2 и 9 лет) была в целом невелика (0.5–3 см), и провести разделение на подгоризонты не представлялось возможным. Это связано с незначительным поступлением органических остатков на поверхность почвы на данных участках. С увеличением возраста вырубок повышалось количество опада и наблюдалось увеличение мощности подстилки, а также разделение ее на подгоризонты. На 20-летней вырубке мощность органогенного горизонта колебалась в пределах от 2.5 до 5 см, на 40-летней – от 2.5 до 6 см, на контрольном участке – от 5 до 9 см.

На всех вырубках отмечалась высокая зольность лесных подстилок по сравнению с контролем, где зольность органогенного горизонта составляла 6.4 %. Особенно высокие значения этого показателя отмечены на ранних стадиях лесовозобновления (вырубки 2 и 9 лет) – 20–64 %, где восстановление почвы после антропогенного воздействия еще мало заметно. С повышением мощности органогенных горизонтов на вырубках 20 и 40 лет относительная доля минеральных примесей уменьшалась и составляла 30.6 % и 27.7 %, соответственно.

Запасы органического вещества в лесных подстилках вырубок не превышали значений на контрольной пробной площади (12.4 т/га). Наименьшее количество органического вещества наблюдалось на вырубках 2 и 9 лет (9.8–10.6 т/га). С увеличением возраста (вырубки 20 и 40 лет) древостоев возрастали и запасы органического вещества в лесных подстилках (11.9 и 12.1 т/га, соответственно).

Проведенные исследования показали, что в течение первых 10 лет после проведения сплошной рубки сосновых древостоев на вырубках происходит интенсивное зарастание напочвенной растительностью (злаками, кустарничками и др.). Однако количество поступающего опада на поверхность почвы невелико, поэтому сохраняются значительные нарушения верхнего органогенного горизонта, отмечается по сравнению с контролем его небольшая мощность, значительная зольность органического вещества и его невысокие запасы. В процессе зарастания вырубок древесными породами увеличивается количество поступающего на поверхность почвы растительного опада, что приводит к повышению мощности лесной подстилки, накоплению запасов органического вещества и уменьшению зольности.

Работа рекомендована д.б.н. О.Н. Бахмет.

УДК 631.423.4

## ОСОБЕННОСТИ ГУМУСОВОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ

### МАССИВА «ЮРМА», ЮЖНОГО УРАЛА

С.А. Винтулькин

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,

nelson05091@gmail.com

Горный рельеф обуславливает интенсивное развитие эрозионных процессов, что в свою очередь определяет постоянное обновление горных почв и соответственно – гумуса.

В связи с этим, были проведены исследования гумусовых веществ в разных почвах сформированных под пологом различных типов лесов на западном склоне горы Юрма.

Объектом исследований являются почвы горного массива Юрма Челябинской области, Южного Урала.

Входе исследований выделено 5 растительных сообществ: елово-папоротниково-малинное (абс. выс. 824 м), рябиново-папоротниковое (абс. выс. 762 м), березово-малинное (абс. выс. 727 м), елово-кисличное (абс. мал. 670 м), лугово-разнотравное (абс. выс. 549 м). Под каждым из них был заложен разрез, и выделено два типа почв: серогумусовые-

иллювиально ожелезненные расположены по склону, профиль: О (0–3 см) – АУ (2–9), С<sub>f</sub> (9–24 см), С (25–40 см), а у подножия – дерново-среднеподзолистая, профиль: О (0–3 см) – АУ (3–23 см), ЕL (23–28 см), ВЕL (28–48 см), ВТ (48–60 см).

Во всех исследованных почвах максимум органического вещества наблюдается верхних горизонтах, и составляет от 4.20 до 7.98 %. Это связано главным образом с замедленными темпами минерализации в условиях короткого периода биологической активности. С глубиной по профилю содержание органического вещества в почвах под всеми растительными сообществами незначительно снижается.

Групповой и фракционный состав органического вещества свидетельствует о значительной доле фульвокислот в верхних горизонтах под всеми растительными сообществами, за исключением почв под елово-папоротниковым здесь в верхней части профиля преобладают гуминовые кислоты, а в нижней фульвокислоты.

Отношение С<sub>гк</sub>/С<sub>фк</sub> колеблется в широком диапазоне от 0.31 до 1.74 в серогумусовом горизонте и от 0.21 до 1.03 в нижней части профиля. В почвах под елово-папоротниковым сообществом отношение С<sub>гк</sub>/С<sub>фк</sub> составляет 1.74 и тип гумуса можно охарактеризовать как гуматный, для почв под папоротниково-рябиновым и березово-папоротниковым сообществом это отношение достигает в пределах 0.62 и позволяет отнести гумус к фульватному типу, под елово-липовым сообществом это соотношение самое минимальное в ряду изученных почв и тип гумуса также фульватный. При переходе к дерново-подзолистой почве и смены растительности это соотношение незначительно возрастает, но тип гумуса остается фульватным.

Качественный состав гумусовых веществ исследуемых почв примерно одинаков, имеются лишь несущественные различия. С уменьшением высоты и смены растительности изменяется содержание гуминовых кислот связанных с кальцием и магнием. Под елово-папоротниковым и папоротниково-рябиновым сообществом они отсутствуют полностью и лишь под остальными растительными сообществами их содержание увеличивается, но снижается в нижней части профиля. Доля гумусовых кислот первой и третьей фракции относительно высока, а распределение по профилю равномерное с максимумом в верхней части.

Во фракция фульвокислот преобладает Iа и I, при этом Iа фракция распределена по профилю равномерно, тогда как I концентрируется в основном в верхних горизонтах за исключением почв под елово-папоротниковым сообществом. На долю второй и третьей фракции приходится незначительное количество.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доцентом М.В. Шабановым.

ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ОПАДА НА ФОРМИРОВАНИЕ  
ИЗОТОПНОГО СОСТАВА ПОЧВЕННЫХ ПОДСТИЛОК НА  
ПРИМЕРЕ ПРЕДГОРНЫХ БОРЕАЛЬНЫХ ЛЕСОВ  
СЕВЕРНОГО УРАЛА (ВЕРХОВЬЯ р. ПЕЧОРА)

С.М. Горбунова

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
факультет почвоведения, г. Москва

Анализ изотопного состава азота и углерода позволяет исследовать механизм процессов почвообразования, оценить роль растительности и микроорганизмов в процессе гумификации, а так же проследить движение изотопов углерода и азота внутри системы и использовать их в качестве интегральных показателей интенсивности многих процессов (Robinson, 2001).

Исследовались ландшафтные комплексы, представленные различными типами леса в предгорной части Печоро-Ильчского заповедника в бассейне р. Б.Порожня (верховья р. Печора). Объектами работ являлась транссекта «Рай» (59.0551°, 62.0532°), где точки транссекты, расположенные с шагом 100–150 метров и сопряженные по рельефу, соответствовали различным типам леса: 1. хвойному криволесью на краю каменной осыпи, 2. пихто-ельнику кустарничково-зеленомошному, 3. пихто-ельнику крупнопоротниковому, 4. пихто-ельнику высокотравному. Для анализа отбирались два подстилочных горизонта (1–2 см – O1O2, и ~3–5 см – нижний слой подстилки: O2O3 или OT, и зеленая фитомасса основных видов древесных растений: *Betula pendula* (берёза обыкновенная); *Picea abies* (ель обыкновенная); *Pinus sibirica* (сосна сибирская/кедр). Использовалась троекратная повторность (с разных растений). Изотопный состав определялся на изотопном масс-спектрометре Thermo-Finnigan Delta V Plus в ИПЭЭ им А.Н. Северцова РАН (при любезном содействии Тиунова А.В.).

В ходе проведенных исследований было обнаружено достоверное отличие изотопного состава фитомассы и почвенных подстилок в различных типах леса. Для почвенных подстилок наблюдается закономерное увеличение долей тяжелых изотопов углерода и азота вниз по склону, что логично объясняется нарастанием интенсивности и глубины процессов трансформации опада и общим возрастом почвообразования.

Однако в отношении фитомассы деревьев выявились особенности, заключающиеся в аномально «утяжеленном» составе углерода и азота для березы и кедра на первой точке транссекты. По-видимому, в отно-



шенни углерода значительную роль играет близость точки к открытому склону и разреженность древесного яруса (т.е. выше доля чистого атмосферного углерода без перефиксации эмиссии из почвы). В отношении азота, различия могут быть связаны со строением корневых систем, а именно поверхностным залеганием корней ели, и более глубоким проникновением в глубину корней березы и кедра. Также обращает на себя внимание заметное «утяжеление» углерода в фитомассе на 4 точке. Возможным объяснением могут быть более высокие показатели микробной активности на высокотравном участке и эмиссии углекислоты из богатой почвы (бурозем) с последующей ассимиляцией почвенного CO<sub>2</sub> деревьями или так называемым «сапору» эффектом (Brooks et al, 1997).

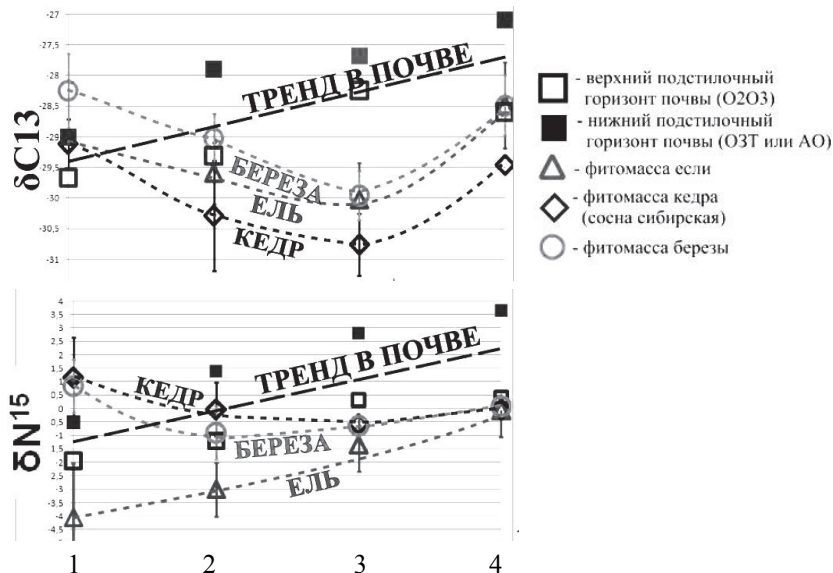


Рисунок. Изменения изотопного состава азота и углерода по трансекте.

#### Литература

Brooks J.R., Flanagan L.B., Buchmann N., Ehleringer J.R. Carbon isotope composition of boreal plants: functional grouping of life forms // Ecology, 1997. № 110. Pp.301–311.

Robinson D.  $\delta^{15}N$  as an integrator of the nitrogen cycle // Trends Ecol. Evol., 2001. V. 16. Pp. 153–162.

Работа рекомендована к.б.н., ст. преподавателем кафедры географии почв А.А. Семиколенных.

ИЗМЕНЕНИЯ ФРАКЦИОННО-ГРУППОВОГО СОСТАВА ГУМУСА  
ПРИ ИЗВЕСТКОВАНИИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ  
ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ ОТСЕВОМ  
ЩЕБЕНОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В.И. Денисова

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,  
avlavg@rambler.ru

Одним из важнейших приемов окультуривания кислых дерново-подзолистых почв является известкование. По мнению И.А. Шильникова (2002), изучение влияния известкования на отдельные группы и фракции гумуса почв остается в числе приоритетных задач теории и практики известкования.

Целью настоящей работы явилось изучение влияния известкования отсевом щебеночного производства на фракционно-групповой состав гумуса дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы в микрополевым опыте.

Объектами исследований является отсев щебеночного производства (фракция размером  $< 0.25$  мм) месторождения «Елизаветино – 2» (Гатчинский район, Ленинградская область) с нейтрализующей способностью – 84.5 % ( $\text{CaCO}_3$  – 46.1 % +  $\text{MgCO}_3$  – 38.4 %), а также дерново-подзолистая почва, со следующей физико-химической характеристикой: содержание гумуса 2.07 %;  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  – 4.1;  $\text{Hg}$  – 4.7 ммоль-экв/100 г почвы; содержание частиц  $< 0.01$  мм – 24.7 %; содержание подвижных фосфора и калия составляет 75 и 96 мк/кг.

Известкование проводили в 2011 году в дозе по полной гидролитической кислотности. Почвенные пробы отбирали в 2011 году после уборки рапса и в 2014 году после уборки горчицы. Минеральные удобрения вносили в дозе 0.2 г д. в. на кг массы почвы в форме азофоски. Определение фракционно-группового состава гумуса проводилось по схеме Плотниковой Т.А. – Орловой Н.Е. (1984).

Установлено, что при известковании дерново-подзолистой почвы мелиорантом размером  $< 0.25$  мм по 1 Нг достоверные различия в содержании общего углерода отмечаются как в 2011, так и в 2014 годах: 1.2 % в исходной почве, 1.08 % и 1.14 % в 2011 и 2014 годах соответственно.

В 2011 году в составе гуминовых кислот (ГК) выявлена тенденция увеличения первой фракции (ГК-1) «бурых» гуминовых кислот на 4 % и второй фракции (ГК-2) на 5 % по отношению к исходной почве. Содержание третьей фракции составляет 5 % от общего содержания

углерода почвы. В результате известкования сумма фракций гуминовых кислот увеличилась на 9 %.

На этом фоне, в составе фульвокислот (ФК) наметилась тенденция уменьшения содержания «агрессивных» фракций (1a+1) на 3 %. Сумма фульвокислот снизилась на 5 %. Содержание негидролизованного остатка уменьшилось на 3 % по отношению к исходной почве. Качественный состав гумуса изменился с гуматно-фульватного типа ( $C_{гк}/C_{фк}=0.65$  в исходной почве) на фульватно-гуматный в известкованной ( $C_{гк}/C_{фк}=1.0$ ).

В 2014 году в составе гумуса установлена тенденция к снижению суммы гуминовых кислот, которое произошло исключительно за счет уменьшения фракции ГК-2. В составе фульвокислот произошло уменьшение суммы ФК-1 и ФК-1a.

Тип гумуса остается фульватно-гуматным. Это свидетельствует об устойчивости изменений в составе гумуса, вызванного в результате известкования.

Работа рекомендована д.с.-х.н. проф. А.В. Литвиновичем.

УДК 631.10

## ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЧВЕННЫХ ПОТОКОВ $CO_2$ НА ВЕРХОВОМ БОЛОТЕ ЮЖНОЙ ТАЙГИ

П.Р. Енчилик<sup>1</sup>, Д.Г. Иванов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов, Экологический факультет

<sup>2</sup>ФГБУН Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН  
polimail@inbox.ru

В биосфере одним из ключевых процессов является круговорот углерода. Для территории России одним из основных стоков диоксида углерода является депонирование углерода при торфообразовании на болотах.

С целью изучения пространственно-временной динамики и влияния внешних факторов на потоки  $CO_2$  в болотных экосистемах в южной тайге Европейской части России с июля по октябрь 2015 года проводились наблюдения за почвенными потоками на верховом болотном массиве Старосельский мох. Старосельский мох относится к выпуклым олиготрофным комплексным грядово-мочажинным болотам. Ландшафт представлен пушицево-сфагновыми мочажинами и кустарничково-сфагновыми грядами. Растительный покров типичен для болот на юге таежной зоны. Края болота на пологих склонах заняты сосновым лесом.

Измерения проводились на 27 точках через 15 метров вдоль 400 метровой трансекты. Использовался камерный метод измерения. Для измерения потоков  $\text{CO}_2$  был использован инфракрасный газоанализатор Li-840 (LiCor Inc., USA), соединенный с пластиковой полусферической камерой, оснащенной датчиком температуры. Диаметр камеры 30 см, высота 15 см.

В результате проведенных исследований были определены факторы, которые в большей степени влияют на потоки  $\text{CO}_2$  из напочвенного покрова верхового болота. Одним из основных факторов является температура почвы и воздуха. При увеличении температур возрастает активность экосистемного дыхания, которое определяется жизнедеятельностью микроорганизмов, дыханием корней и физико-химическими процессами в торфяной залежи. Биомасса также оказывает влияние на потоки  $\text{CO}_2$ . Так, при увеличении массы травяной растительности возрастает депонирование  $\text{CO}_2$ . При этом в июле и августе наблюдается обратная зависимость от биомассы сфагнома, поскольку, чем меньше поверхность занята мхом, тем больше она покрыта активно дышащими травами и кустарничками. Происходит активное поглощение углекислого газа растениями в процессе фотосинтеза, который, прежде всего, зависит от количества фотосинтетически активной радиации. На протяжении всей трансекты на грядах, где почва прогревается лучше, и грунтовые воды находятся глубоко, эмиссия углекислого газа происходит активно. На мочажинах, где высокий уровень грунтовых вод препятствует высыханию сфагнома, депонирование углекислого газа происходит более интенсивно. В июле, в связи с продолжительным сухим периодом, при возрастании средней температуры почвы и воздуха в течение месяца, активность поглощения и выделения  $\text{CO}_2$  в среднем возрастает.

Со второй половины августа по октябрь происходит снижение температуры, и активность потоков  $\text{CO}_2$  также уменьшается. В октябре процесс фотосинтеза у трав и кустарничков прекращается, но депонирование  $\text{CO}_2$  напочвенным покровом продолжается за счет сфагнома, который поглощает диоксид углерода при температуре воздуха до 3 °С. Полученные результаты доказывают значительное влияние температуры на жизнедеятельность растений и микроорганизмов и их вклад в общий баланс углерода верхового болота.

Представленные исследования помогут установить основные механизмы динамики и развития болот, а также их устойчивости к внешним воздействиям.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-05 00797А; Иванов Д.Г. был поддержан в рамках исследований по гранту РНФ № 14-27-00065.

Работа рекомендована к.б.н., в.н.с. Ю.А. Курбатовой, к.т.н. Е.В. Станис.

ВЛИЯНИЕ ПИРОГЕННОГО ФАКТОРА НА СПОСОБНОСТЬ  
КРИОГЕННЫХ ПОЧВ К ЦЕЛЛЮЛОЗОРАЗЛОЖЕНИЮ

Л.П. Захарченко

Сибирский федеральный университет, Красноярск, lubava1692@mail.ru

Бореальные экосистемы Сибири, сформированные на многолетней мерзлоте, имеют особое экологическое значение в сохранении биологического разнообразия и регулировании климата. Модели, прогнозирующие изменения климата, показывают, что наиболее значимые изменения произойдут именно в бореальных и тундровых экосистемах, подстилаемых многолетнемерзлыми почвами. В результате снизится аккумулярующая роль криогенных почв: произойдет усиление процессов микробиологической деструкции и, соответственно, рост эмиссий парниковых газов в атмосферу. Одним из интегральных показателей активности почвенных биологических процессов является целлюлозоразлагающая способность.

Цель данных исследований – выявить особенности потенциальной и актуальной целлюлозоразлагающей активности почв после воздействия пирогенного фактора в зоне сплошного залегания многолетней мерзлоты.

Исследования проводятся в лиственничниках северной тайги, (Центральная Эвенкия), сформированных на разных элементах рельефа. Криогенные почвы представлены подбурями на южных склонах, криоземами – на северных. Один из южных склонов пройден пожаром в 2013 году. Целлюлозоразлагающая активность почвы оценивалась с помощью аппликационного и весового методов по потере веса хлопчатобумажного полотна в процессе разложения за теплый и холодный периоды.

Сравнительный анализ актуальной и потенциальной активности целлюлозоразложения почв в лиственничниках северной тайги показал, что почвы характеризуются достаточно высокой потенциальной активностью целлюлозоразложения. Актуальная активность целлюлозоразложения характеризуют реализацию биологического потенциала в естественных условиях – показана более высокая активность биологических процессов на склоне южной экспозиции.

Данные по актуальной активности целлюлозоразложения на южном склоне говорят о стимулирующем влиянии пирогенного фактора. В подстилочном горизонте процент потери клетчатки составил 51.3 %, а в минеральном горизонте таковой составил 62 %.

Таблица. Целлюлозоразлагающая активность криогенных почв под листовниками северной тайги.

Образец	I профиль		II профиль	
	север. склон	юж. склон (гарь)	север. склон	юж. склон
Актуальная активность целлюлозоразложения, %				
подстилка	4±1	51.3±10	7±3	5.3±1
минеральная часть	1±0	62±9	4±2	6.2±3
Потенциальная активность целлюлозоразложения, %				
подстилка	8.5±3	35±8	20±9	20±7
минеральный слой (0–20 см)	3±1	33±6	6±2	8±1

Анализ активности биологических процессов в криогенных почвах показал крайне депрессивное состояние целлюлозоразлагающей биоты. Потенциальная активность целлюлозоразлагателей значительно превышает актуальную, особенно в подстилочном горизонте. Выявлено стимулирующее влияние пирогенного фактора на активность биологических процессов в первые годы после пожара.

Работа рекомендована д.б.н., И.Н. Безкорвайной.

УДК 631.10

### ИЗМЕНЕНИЕ БАЛАНСА И ПОЧВЕННЫХ ПОТОКОВ CO<sub>2</sub> НА ВЕРХОВОМ БОЛОТЕ ЮЖНОЙ ТАЙГИ В РАЗЛИЧНЫХ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Д.Г. Иванов<sup>1</sup>, П.Р. Енчилик<sup>2</sup>, В.К. Авилов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН

<sup>2</sup>Российский университет дружбы народов, Экологический факультет  
ivanovdg19@gmail.com

В последнее время изменение гидротермических условий в различных экосистемах, по сравнению с многолетними, в течение вегетационного периода, приводит к переходу баланса углерода в сторону преобладания выделения углекислого газа. Особенно заметно это сказывается на таких важных стоковых экосистемах как верховые болота.

С целью изучения изменения баланса углерода и динамики почвенных потоков CO<sub>2</sub> в изменяющихся микроклиматических условиях в течение летне-осенних вегетационных периодов, в 2013–2015 гг. проводились измерения эмиссии, баланса углекислого газа, и факторов окру-

жающей среды на верховом болоте в юго-западной части Валдайской возвышенности южно-таежной зоны.

Исследования проводились методом закрытых почвенных камер с использованием инфракрасного газоанализатора Li-840 для регистрации концентрации  $\text{CO}_2$  внутри камеры, а также почвенного и воздушного термометров, термогигрометра, трубок для измерения грунтовых вод и данных с автоматической метеостанции на верховом болоте. Измерения потоков  $\text{CO}_2$  проводились в 4-х различных экосистемах: высокий рям, низкий рям, гряды и мочажины в 5-ти повторностях для каждой из них. Согласно многолетним метеорологическим данным 2013 г. характеризуется как сухой и жаркий, а 2014 и 2015 гг. как жаркие с увлажнением, приближенным к многолетней норме

При сравнении средних потоков за летний период 2013–2015 года, можно заключить, что по эмиссии  $\text{CO}_2$  2013 г. заметно отличается от остальных лет в сторону ее увеличения для низкого рьяма и гряд, 2014 и 2015 года на всех участках между собой практически не отличались. Наиболее активно в выделении  $\text{CO}_2$  выступает высокий рям ( $659 \text{ мгCO}_2 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{ч}^{-1}$ ), минимальное значение эмиссии установлено на мочажинах ( $321 \text{ мгCO}_2 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{ч}^{-1}$ ). Наиболее активно депонирование  $\text{CO}_2$  происходило в 2014 г. на низком рьяме –  $490 \text{ мгCO}_2 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{ч}^{-1}$ , а самое низкое поглощение характерно для высокого рьяма –  $168 \text{ мгCO}_2 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{ч}^{-1}$ , остальные же участки поглощали  $\text{CO}_2$  с интенсивностью в среднем  $342 \text{ мгCO}_2 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{ч}^{-1}$ .

Согласно коэффициентам детерминации нелинейных функций, на всех участках, кроме высокого рьяма, на потоки  $\text{CO}_2$  в большей степени влияет температура воздуха, кроме того на мочажины оказывает значительное влияние уровень грунтовых вод. В связи большой неоднородностью поверхности болота и непрямими измерениями поглощения  $\text{CO}_2$ , достоверную зависимость от температуры воздуха и количества фотосинтетически активной радиации удалось установить только для мочажин.

При использовании данных автоматической метеостанции было установлено, что отражательная способность поверхности болота (альбедо) для участка мочажин находится в тесной зависимости от уровня грунтовых вод, что объясняется высыханием и осветлением сфагнума в период засухи и потемнением при выпадении осадков и поднятии уровня грунтовых вод вместе с активизацией фотосинтеза. Также была найдена прямая зависимость между альбедо поверхности мочажин и активностью поглощения ими  $\text{CO}_2$ .

По общему балансу  $\text{CO}_2$  можно заключить, что в течение летнего периода 2014–2015 гг. устойчивый отрицательный баланс (преобладание эмиссии  $\text{CO}_2$  над депонированием) наблюдается только на мочажинах, в остальных экосистемах он был практически постоянно положительный. Однако стоит упомянуть, что в конце вегетационного периода (октябрь) все участки, кроме высокого яма, переходят в отрицательный баланс и мхи продолжают поглощать и выделять  $\text{CO}_2$  при всех положительных температурах воздуха.

Работа рекомендована к.б.н. Ю.А. Курбатовой.

УДК 634.41

## ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ РЯДА ЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ ФРАКЦИЯХ ПОЧВ

А.Д. Котельникова, Н.В. Матвеева

ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», г. Москва,  
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 изменений подходов к расчетам доз вносимых удобрений, а также нормирования содержания элементов в почве. Уже неоднократно ряд исследователей отмечали недостатки методов, измеряющих только валовое содержание элементов в почве. Поэтому в данной работе предпринята попытка изучения содержания ряда элементов в почвенных органоминеральных фракциях.

Объектами исследования послужили образцы верхних пахотных горизонтов агрочерноземных почв Воронежского НИИСХ, которые были разделены на три различные группы. В первую группу вошли варианты минимальной агротехнической нагрузки (без внесения удобрений): косая степь, бессменный пар, бессменная кукуруза. Вторую группу составили варианты последствия внесения минеральных удобрений (вносились до 2004 года) на фоне последствия орошения (участок кормопроизводства): контроль (без орошения), фон (орошаемый контроль), фон с внесением удобрений, фон с внесением двойной дозы удобрений. Образцы третьей группы представлены вариантами последствия внесения минеральных удобрений на разном минеральном фоне (участок агрохимии): средний агрофон без удобрений, высокий агрофон с внесением удобрений, высокий агрофон с внесением двойной дозы удобрений.



Грануло-денсиметрическое фракционирование образцов почв для выделения органоминеральных фракций проводилось с использованием методики Шаймухаметова и Травниковой. Выбор методики обусловлен возможностью разделения образцов на фракции без существенного изменения естественного состояния органического вещества. При этом происходит выделение трех почвенных фракций. Первая – гранулометрическая – ил с размером частиц  $< 2$  мкм. Вторая и третья – денсиметрические – так называемая «легкая» фракция с плотностью  $< 2$  г/см<sup>3</sup> и остаток, выделяемые с применением тяжелой жидкости.

Определение уровня содержания ряда элементов, которые могут играть важное значение в росте и развитии растений и как необходимые микро- и макроэлементы, и как негативно влияющие компоненты загрязнения, в выделенных фракциях проводилось методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой.

В зависимости от преобладания содержания элемента в той или иной фракции образца почвы результаты определения позволили выделить три группы элементов, объединяющихся геохимически. Уровни содержания первой группы элементов (Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sr, Ca) в почвенных фракциях распределились следующим образом: «легкая» фракция  $>$  ил  $>$  остаток. Это элементы-биофилы, связывающиеся с органическим веществом, соответственно приуроченные к «легкой» фракции, которая его содержит. Являясь таким образом наиболее биодоступными они требуют к себе особого внимания в вопросе нормирования их содержания в почве, которое, возможно, должно осуществляться именно по содержанию во фракциях, а не по валовому содержанию в почве. Содержание второй группы элементов (As, B, Ba, Cr, Fe, Li, V, Zn, P, Mg, Na, K) характеризуется следующим соотношением: ил  $>$  «легкая» фракция  $>$  остаток. Эти элементы связываются как с органическим веществом почвы, так и с преобразованной минеральной компонентой, глинистыми минералами. Способность связываться в малодоступные компоненты должна учитываться при расчете доз минеральных удобрений и также при нормировании содержания. В третью группу, содержание которой во фракциях характеризуется соотношением ил  $>$  остаток  $>$  «легкая» фракция, вошел только один элемент – Ti, связанный с минеральной частью почвы.

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

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫТЯЖЕК ТОРФЯНОГО СУБСТРАТА  
НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН

С.Е. Котов, Л.А. Кузнецова

ФГБНУ «Карельская государственная сельскохозяйственная опытная  
станция», sergeikot@mail.ru

Карелия располагает огромными запасами торфа. Торфяные месторождения, болота и заболоченные земли занимают 5.4 млн. га, что составляет около 37 % площади гослесфонда Республики. Многочисленные физиолого-биохимические, почвенные, агрохимические и полевые исследования свидетельствуют о том, что органическое вещество торфа является источником не только элементов минерального питания растений, но и различных метаболитов, химически и особенно физиологически активных веществ.

Целью работы была оценка биологической активности вытяжек из торфа различной степени разведения. Для изучения использовали низинный торф высокой степени разложения (30–35 %), с высоким содержанием органического вещества и гуминовых кислот, месторождения Вилга-ДКП «Центральный», находящегося в Прионежском районе Республики Карелия.

Исследования проводили в лабораторных условиях на базе Карельской государственной сельскохозяйственной опытной станции. Для опыта готовили вытяжки из торфа, в которых в качестве экстрагента применяли дистиллированную воду. Абсолютно сухие навески торфа заливали водой в соотношении 1:40, 1:50 и 1:60, тщательно взбалтывали и оставляли на 24 ч при температуре 20 °С, затем отфильтровывали через бумажный фильтр. Биологическую активность гуминовых веществ в лабораторных условиях оценивали по их воздействию на семена ячменя посевного и гороха овощного. Семена в чашках Петри обрабатывали 10 мл полученных растворов и выдерживали при температуре 20 °С. Контрольный вариант обрабатывали 10 мл дистиллированной воды. На третий день эксперимента определяли всхожесть и энергию прорастания семян, на седьмой – их морфологические характеристики: среднюю длину ростков и корней.

Результаты эксперимента показали положительное влияние экстракта из торфа на морфологические характеристики проростков. По показателю всхожести получены неоднозначные результаты на разных культурах. Так, все изучаемые концентрации экстрактов стимулировали прорастание семян ячменя на 41.6–104.2 % по сравнению с контроль-

ным вариантом. При обработке семян гороха незначительное увеличение всхожести (на 2.1 % по сравнению с контролем) выявлено лишь под воздействием вытяжки концентрации 1:40, остальные же концентрации оказали небольшой ингибирующий эффект (снижение всхожести на 2.1–5.3 % ниже контроля).

Для более точной степени оценки влияния экстрактов на основе торфа проводили учет длины образовавшегося проростка, а также зародышевого корешка. Получены достоверные превышения над контролем по обоим культурам и всем изучаемым концентрациям. Увеличение длины проростка семян ячменя составило 6.25–26 %, причем наибольшие показатели зарегистрированы в варианте с максимальной концентрацией 1:60 – на 2.5 см выше контрольных значений. По показателю длины корешка получены аналогичные результаты – превышение составило 4.7–9.4 % по отношению к показателям контроля.

При обработке семян гороха получены несколько другие результаты. Наибольшая длина проростка выявлена при воздействии экстракта концентрацией 1:40, данный показатель был в 2.4 раза выше контрольных значений. Стимулирующий эффект наблюдали также по показателю длины корешка. Экстракт с концентрацией 1:40 и 1:60 обеспечил превышение над контролем в 1.6 раза.

Таким образом, применение вытяжек из торфа на семенах ячменя и гороха стимулирует энергию прорастания и ускоренный рост проростков и корешков.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доцентом Д.А. Футкардзе.

УДК 641

## МАСШТАБЫ МИГРАЦИИ ВОДОРАСТВОРИМОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ИЗ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ, МЕЛИОРИРУЕМОЙ РАЗЛИЧНЫМИ ФРАКЦИЯМИ ОТСЕВА ДОЛОМИТА

В.В. Макаренко

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,  
avlavr@rambler.ru

К настоящему времени в литературе накоплен определенный фактический материал, посвященный изучению содержания водорастворимого органического вещества (ВОВ) в почвах различного генезиса. Установлено, что доля растворимого органического вещества в органическом веществе почвы невелика и составляет всего 0.05–1 %, что

обусловлено его повышенной миграционной способностью и лабильностью. Внесение минеральных и органических удобрений существенно увеличивает содержание С водн..

Лизиметрические воды, дренирующие почвенный профиль, можно рассматривать как аналог С водн.. Многочисленными исследованиями установлено, что в составе ВОВ доминируют фульвокислоты. Низкомолекулярные органические кислоты занимают лишь незначительную часть.

ВОВ в почвах представлено двумя пулами: медленно минерализуемой частью, которая в некоторых почвах может достигать 56–90 % от общего количества, и быстро минерализуемой частью, содержание которой меняется от 10 до 44 %.

В задачи исследований входило – изучение миграции водорастворимого органического вещества из дерново-подзолистой почвы вариантов опыта известкованных отсевом щебеночного производства; установить оптическую плотность растворов, просачившихся сквозь почву.

Объекты исследования:

1. Дерново-подзолистая почва (содержание гумуса – 2.18 %;  $pH_{KCl}$  – 4.8; Нг – 4.9 ммоль-экв/100 г);

2. Отсев щебеночного производства месторождения «Елизаветино – 2» с нейтрализующей способностью – 84.5 % ( $CaCO_3$  – 46.1 % +  $MgCO_3$  – 38.4 %).

Схема опыта: 1. Фон NPK; 2. NPK + Естественная смесь отсева щебеночного производства, внесенного по 3 Нг; 3. NPK + Фракция отсева размером 5–7 мм, внесенная по 5 Нг. Известкование проводили в 2015 году.

Почву после уборки гороха отбирали, высушивали, измельчали и помещали в колонки. Количество почвы в колонке 600 г. Проводили 3 промывания по 400 мл дистиллированной воды в каждом. В промывных водах определяли содержание С по Тюрину и вычисляли индекс оптической плотности по Плотниковой, Пономарёвой.

Количество вымытого С водн. из контрольного варианта опыта за 3 промывания составило 56.3 мг. Известкование смесью фракций отсева увеличило вымывание С водн. до 70.2 (на 24.7 %). Известкование почвы фракцией 5–7 мм по 5 Нг не привело к усилению вымывания ВОВ (51.3 мг).

Замеры оптической плотности в элюатах свидетельствуют о том, что органическое вещество, вымываемое из почвы, представлено фульвокислотами ( $E_c^{mg/ml}$  колеблется от 2.7 до 4.2 ед.).

Работа рекомендована д.с.-х.н. проф. А.В. Литвиновичем.

КОНТАКТНЫЙ УГОЛ СМАЧИВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ  
КОМПОНЕНТОВ АГРОГЕННЫХ ПОЧВ РАЗНОГО ГЕНЕЗИСА  
КАК ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ИХ СВОЙСТВ

Н.В. Матвеева, А.Д. Котельникова

ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Nataliy\_Matveeva@list.ru

ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева,

a.d.kotelnikova@gmail.com

Изучение органоминеральных соединений является одним из актуальных направлений исследований в почвоведении. Разработка методов физического фракционирования почвы на функционально значимые органоминеральные компоненты твердой фазы почв дала возможность многим исследователям сформировать представление о составе естественных растворимых продуктов органоминерального взаимодействия.

В то же время имеющаяся информация о природе и свойствах поверхности твердой фазы этих соединений, роли различных функциональных групп в формировании функциональной специфичности поверхности и ее изменении при антропогенной нагрузке весьма ограничена. В значительной степени это обусловлено трудоемкостью препаративного выделения фракций в необходимых для таких исследований количествах, их высокой гетерогенностью, обусловленной многообразием форм органических и минеральных компонентов и механизмов их взаимодействия.

Поэтому цель нашей работы – изучение состава и свойств некоторых гранулометрических фракций, полученных методами физического фракционирования агрогенных почв разного генезиса, для определения наличия и причин функциональной специфичности свойств поверхности твердой фазы почв.

Исследования проводились на образцах почв из Волгоградской и Воронежской областей на каштановых почвах и черноземах соответственно, агрогенное воздействие на которые было различно (парование, залежь, различные дозы внесения минеральных удобрений и их последствие). Мы провели гранулоденсиметрическое фракционирование образцов по методу М.Ш. Шаймухаметова и др. (1984 г.). Выделены три фракции: гранулометрическая – ил <1 мкм (из водной суспензии с применением ультразвукового диспергирования); денсиметрическая «легкая» фракция (ЛФ) с плотностью <2 г/см<sup>3</sup> (бромформ-этанольной смесью  $d=2$  г/см<sup>3</sup>); остаток после отделения ила и ЛФ. Во

фракциях ила и остатка, а также в исходной почве был определен контактный угол смачивания (КУС).

Определение КУС мы проводили методом статической сидячей капли на цифровом угломере (Система Анализа Формы Капли, DSA100, Kruss, Германия), оснащенной видеокамерой и программным обеспечением. Объем капли дистиллированной воды 1.5 мкл, скорость вытекания 100–150 мкм/с. Аппроксимацию формы капли проводили методом Лапласа-Юнга. Перед измерением испытуемый образец растирали в агатовой ступке и просеивали через сито 100 мкм. Затем равномерно распределяли на предметном стекле (2.5x7 см), покрытом двусторонним скотчем и уплотняли другим предметным стеклом в течение одной минуты с усилием около 100 г. Аккуратно стряхивали не приклеившиеся частички и вновь прижимали почв предметным стеклом. Съемка производилась для воздушно-сухого образца.

На агрофоне с применением удобрений выявлено усиление гидрофобности для фракций ила и остатка, в то время так на исходной почве такая взаимосвязь не проявляется. На участках без внесения удобрений значения гидрофобности исследуемых фракций оказались ниже, чем на тех участках, на которых применялись удобрения. Также гидрофобность исследуемых фракций и исходных почв снижается на опытных участках, внос минеральных удобрений на которые был прекращен.

Полученные результаты говорят о том, что гидрофобно-гидрофильные свойства агрогенных почв разного генезиса, а также почвенных фракций различаются, что проявляется в варьировании средней величины контактного угла смачивания. Исследования в этом направлении будут продолжены, что позволит выявить взаимосвязь между аналитическими показателями и установить 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.

ПОСТАГРОГЕННАЯ ДИНАМИКА ЗАПАСОВ И СОСТАВА  
ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ  
МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Л.А. Овсепян

ФГБУН Институт физико-химических и биологических проблем  
почвоведения РАН, г. Пущино, lill.ovsepyan@gmail.com

В процессе постагрогенной эволюции запасы и состав почвенного органического вещества (ПОВ) подвергаются значительным изменениям. Для разделения ПОВ на свободные и прочносвязанные компоненты широко используется метод грануло-денситометрического фракционирования, позволяющий с минимальными нарушениями целостности органического вещества оценить его качественный состав. Эти фракции часто интерпретируются, как почвенные пулы с различным временем оборота углерода, варьирующим от нескольких лет до десятков столетий. Цель работы состояла в определении динамики запасов различных пулов ПОВ в процессе постагрогенной эволюции серых лесных почв Московской области.

Исследования проводились на территории опытной станции ИФХиБПП РАН (г. Пущино, Московская обл.), где был выбран хроноряд залежей разного возраста (7, 11, 20 и 35 лет), сформированных на серых лесных почвах. Объектами сравнения, позволяющими оценить изменения в составе ПОВ после снятия сельскохозяйственной нагрузки, являлись: пашня (неудобряемый вариант) и вторичный лиственный лес (65 лет, конечная стадия залежной сукцессии). Отбор образцов проводился методом конверта из следующих слоев: 0–5, 5–10, 10–20 и 20–30 см. Содержание органического углерода (Сорг) определяли с помощью автоматического СНН-анализатора (Elementar, Германия). Запасы Сорг рассчитывали послойно с учетом объёмной массы. Среднюю скорость накопления углерода ( $t \text{ C га}^{-1} \text{ год}^{-1}$ ) оценивали как изменение запасов Сорг в залежи по отношению к пашне, отнесённое к возрасту залежи. Грануло-денситометрическое фракционирование почвы проводили при помощи поливольфрамата натрия с разделением образца на следующие фракции: свободную, связную и минеральную фракции. Все измерения проводили в 3–4 кратной повторности.

В ходе постагрогенной эволюции пахотных угодий наблюдалось последовательное и наиболее существенное увеличение запасов Сорг в слое 0–10 см от  $6.0 \text{ т C га}^{-1}$  в пашне до  $8.7 \text{ т C га}^{-1}$  в залежи 7-летнего возраста и до  $14.0 \text{ т C га}^{-1}$  в 35-летней залежи. В слое 10–20 см накопи-

ние Сорг было незначительным, а на глубине 20–30 см увеличение содержания Сорг не наблюдалось вовсе. Было выявлено, что скорость накопления Сорг была наиболее высокой в слое 0–5 см, где она составляла 0.3 т С га<sup>-1</sup> в год первые 7–11 лет восстановления и затем снижалась до 0.1 т С га<sup>-1</sup> в залежи 35-летнего возраста.

Результаты денситометрического фракционирования показали, что наиболее значительное накопление Сорг в сравнении с пашней наблюдалось в минеральной фракции на 130 и 80 % для слоя 0–5 см и 5–10 см, соответственно. Увеличение содержания углерода в свободной и связанной фракциях для слоя 0–5 см было на 45 и 220 %, а в слое 5–10 см значительного повышения содержания Сорг в этих фракциях выявлено не было.

Таким образом, в процессе восстановления бывших пахотных почв происходило последовательное увеличение запасов Сорг, которое было наиболее выражено в верхнем 0–10 см слое. Максимальная скорость накопления углерода наблюдалась на первых стадиях восстановления пахотных почв (7–11 лет). Значительное накопление Сорг во всех фракциях ПОВ в процессе постагрогенной эволюции указывает на постепенное восстановление почвенной матрицы.

Работа выполнена при поддержке проекта РФФИ (15-04-05156а), гранта Научная школа (НШ-6123.2014.4) и Немецкого фонда академических обменов.

Работа рекомендована д.б.н., в.н.с., доцентом ИФХиБПП РАН И.Н. Кургановой.

УДК 631.10

## ЦВЕТ ГУМУСОВЫХ ГОРИЗОНТОВ ЛЕСОСТЕПНЫХ ПОЧВ

В.С. Плотникова

Казанский (Приволжский) федеральный университет, [leru1993@mail.ru](mailto:leru1993@mail.ru)

Окраска почвы является главным морфологическим и диагностическим признаком почв, которая определяется ее химико-минералогическим составом и дает представление о составе почвы и его физико-химических свойствах. В связи с высокой стоимостью спектрометров и хромометров, а также недостатками традиционной системы Манселла в практике почвоведения до настоящего времени возможность оценки окраски горизонтов объективными методами затрудняется [1]. В данной работе мы представляем недорогой объективный способ количественного определения окраски почв с помощью цифрового фотоаппарата.



Определение цвета проводилось с помощью цифрового фотоаппарата Panasonic DMC-TZ3. Фотосъемка осуществлялась в сухом и влажном состоянии образцов почвы с мишенью Color Checker. Количественный анализ цвета сухой и влажной почвы проводился в программе Photoshop 8.0 в цветовом пространстве RGB и CIE-L\*a\*b\*. Дополнительно был определен цвет почв в системе Манселла, который по заданному алгоритму был преобразован в цветовые параметры пространства CIE-L\*a\*b\*. Для оценки точности воспроизведения цвета почв с помощью цифрового фотоаппарата дополнительно было проведено определение цвета сухих образцов почв на спектрофотометре X-Rite Color Digital Swatchbook DTP22. Количественную оценку точности калибровки фотоаппарата и алгоритма преобразований система Манселла провели с помощью разницы цвета CIE-L\*a\*b\*, которая вычисляется как Евклидово расстояние в цветовом пространстве CIE-L\*a\*b\*.  $\Delta E$  данных полученных с помощью цифрового фотоаппарата составляет 1.97 и оценивается как «едва уловимое (Hardly perceptible)».  $\Delta E$  данных полученных с помощью алгоритма преобразований системы Манселла составляет 3.33 и оценивается как «ощутимое, но приемлемое (Perceptible, but sseptable)». Поэтому полученные результаты корреляции свойств почв с данными преобразования цвета почв в системе CIE-L\*a\*b\* могут быть ошибочными. Так же проведен корреляционный анализ данных RGB и величин содержания органического вещества сухих и влажных образцов почвы. В выборке сухих и влажных образцов с содержанием гумуса от 1.26 до 9.18 % коэффициент корреляции не превышал  $-0.78$ . Коэффициент корреляции становится выше и равен  $-0.85$  при содержание гумуса от 1.26 до 6 %. Определение содержания гумуса по цвету почв проводился при помощи регрессионного анализа. В качестве независимой переменной был выбран синий компонент в модели цвета RGB, так как в регрессионной модели был самый большой коэффициент детерминации. Коэффициент регрессии показывает, что уменьшение значения BRGB на 10 единиц, увеличивает содержание гумуса 0.18 %. Результаты исследования показали, что наблюдается сильная корреляция цвета почвы от содержания гумуса в диапазонах его содержания от 1 до 6 %. Таким образом, цифровой фотоаппарат является не только достаточно точным и недорогим прибором, который можно использовать для определения цвета сухих и влажных образцов почв (в отличие от спектрофотометра), но и дает возможность использовать цифровые снимки для быстрого определения содержания гумуса в мало- и среднегумусированных почвах.

## Литература

Булыгин С.Ю., Бидолах Д.И., Лисецкий Ф.Н. Оценка гумусированности почв путем обработки их цифровых фотоизображений // Научные ведомости Белгородского государственного университета, серия естественные науки. 2011. № 5. Т. 16. С. 154–159.

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

УДК 630\*114.351

## ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОДСТИЛОК И ПОЧВ ЛЕСОВ СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Д.А. Полосухина

Сибирский Федеральный Университет, Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск, dana\_polo@mail.ru

Важнейшую роль в обмене веществом и энергией между основными элементами лесной экосистемы выполняет лесная подстилка. Процессы её трансформации в значительной мере определяют характер почвообразовательных процессов и плодородия почв. Являясь результатом сложного взаимодействия живого и косного вещества, лесная подстилка представляет собой особый горизонт профиля почв в лесных экосистемах.

Целью данной работы являлось сравнение запасов органического углерода в подстилках и почвах разных типов леса средней тайги Средней Сибири и особенностей его изотопного состава.

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.

Исследования проводились по следующей методике. 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 общие запасы органического вещества в подстилке в темнохвойном типе леса варьировали от 609 до 4697 г/м<sup>2</sup>, в сосняке лишайниковом от 448 до 4151 г/м<sup>2</sup>, в сосняке зеленомошном от 1220 до 2966 г/м<sup>2</sup>. Наибольшее содержание  $C_{\text{орг}}$  выявлено в подстилке сосняков зеленомошных, а наименьшее в сосняках лишайниковых (48 и 25 % соответственно).

В почвенных разрезах процентное содержание С и N вниз по профилю закономерно снижается: для  $C_{\text{орг}}$  от 1.00 % в горизонте Ah до 0.13 % в горизонте C2. Содержание N колеблется в меньших пределах – от 0.02 до 0.01 %. Соответственно, отношение C/N снижается с глубиной от 45 до 6. Изотопный состав С и N утяжеляется с глубиной. На основе полученных результатов можно сделать вывод, что основная масса углерода в сосняках Сымско-Дубческого лесорастительного округа аккумулируется в горизонте подстилки. Различия содержания элементов и их изотопного состава в подстилках и почвах обусловлены гидротермическими условиями, степенью развития живого напочвенного покрова и скоростью минерализации опада.

Работа рекомендована к.б.н., заведующим лабораторией биогеохимических циклов в лесных экосистемах ИЛ СО РАН А.С. Прокушкиным.

УДК 631.41

## РОЛЬ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПРОЯВЛЕНИИ СОРБЦИОННОЙ ФУНКЦИИ ПОЧВ

Ю.В. Симонова

Санкт-Петербургский государственный университет, uvsim@yandex.ru

Диагностика и ранжирование почв по выполнению ими сорбционной функции (СФ) имеет уникальное значение для прогнозирования способности почвы удерживать влагу, обеспечивать резервуар элементов питания растений, иммобилизовать различные поллютанты. Представляется необходимым иметь оптимальный набор наиболее существенных параметров, позволяющих количественно оценивать СФ почвы.

Выполнение этой экологической функции в значительной мере обусловлено физико-химической поглотительной способностью почвы, основными носителями которой принято считать органическое вещество (ОВ), глинистые минералы и органоминеральные соединения.

Для изучения СФ были выбраны почвы разных типов, испытывающие различный уровень антропогенной нагрузки.

Во всех образцах почв был определен показатель, позволяющий количественно охарактеризовать процессы ионного обмена, играющие важнейшую роль в формировании пула обменных катионов-фитонутриентов и обеспечении ассимиляционной способности по отношению к загрязнителям, – емкость катионного обмена (ЕКО, мэкв/100 г почвы).

Для характеристики процессов адсорбции была рассчитана величина «эффективной» удельной поверхности ( $S$ , м<sup>2</sup>/г). Адсорбционную емкость для расчета  $S$  определяли с помощью метода спектрофотометрического анализа по изменению концентрации красителя-адсорбата в растворе при достижении состояния адсорбционного равновесия. В качестве адсорбата был использован метиленовый голубой (краситель, имеющий интенсивные полосы поглощения в УФ и видимой области спектра).

Изучение влияния ОВ на СФ почвы проводилось на контрастных по содержанию углерода органических соединений ( $C_{\text{орг}}$  по Тюрину от 2.5–6.0 % в гумусово-аккумулятивных горизонтах до 0.2–0.3 % – в минеральных) образцах, из которых «мягким» способом с помощью перекиси водорода было удалено органическое вещество.

По результатам выполненных исследований наблюдается снижение ЕКО и  $S$  (на 20–50 %) во всех образцах гумусово-аккумулятивных горизонтов после удаления ОВ. При этом величина снижения прямо пропорциональна исходному содержанию в образцах  $C_{\text{орг}}$ .

Для безгумусовых горизонтов характерен обратный эффект: наблюдается рост ЕКО и величины эффективной удельной поверхности после удаления органического вещества.

Установленные закономерности можно объяснить тем, что ЕКО гуминовых веществ в несколько раз выше, чем минеральной составляющей, поэтому в горизонтах, богатых гумусом, именно они будут определять величину ЕКО. В минеральных же горизонтах величина ЕКО зависит главным образом от гранулометрического состава. При этом ОВ образует пленки на поверхности тонкодисперсных частиц, закрывая ряд обменных позиций и уменьшая, тем самым, сорбционную способность почвы. Удаление же ОВ из минеральных горизонтов, вероятно, способствует «открытию» дополнительных обменных позиций и увеличению ЕКО.

То есть, ОВ оказывает существенное влияние на сорбционную способность почвы.

Рассмотренные показатели (ЕКО и величина эффективной удельной поверхности) являются информативными для количественной характеристики сорбционной функции почвы, и могут быть предложены в качестве критериев ее оценки.

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

УДК 631.417.1: 004.942(470.31)

## К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ДИНАМИКИ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ПАХОТНЫХ ПОЧВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ DNDC

О.Э. Суховеева

Институт географии РАН, Москва, olgasukhoveeva@gmail.com

Содержание органического углерода – один из основных численных показателей почвенного плодородия. Модель DNDC позволяет рассчитать множество параметров биогеохимических циклов азота (N) и углерода (C) в почве, но в настоящем исследовании основное внимание было уделено изменению содержания органического углерода, а также эмиссии углекислого газа CO<sub>2</sub>, как основной составляющей баланса почвенного углерода.

Цель работы заключалась в моделировании среднегодовой динамики органического углерода в пахотных почвах Центрального Нечерноземья.

В Центрально-Нечерноземном регионе были выбраны четыре географически отдаленные друг от друга области – Брянская, Костромская, Рязанская, Тверская – отличающиеся по климатическим и почвенным условиям, особенностям растениеводства. При моделировании использовались ежегодные данные за 1990–2013 гг.

Среднемесячные климатические параметры (температура воздуха и осадки) рассчитывались путем осреднения данных метеостанций Брянск + Трубчевск + Красная Гора, Кострома + Кологрив, Рязань + Елатьма + Павелец, Бологое + Торопец + Старица + Максатиха из базы ВНИИГМИ-МЦД (aisori.meteo.ru/Climater).

Характеристики почвенного покрова (доля глинистой фракции, плотность, рН, исходное содержание органического углерода) были определены как средневзвешенные в зависимости от доли территории, занимаемой данным типом почв, на основе «Единого государственного реестра почвенных ресурсов России» (2014).

Сведения о возделываемых культурах, средние сроки их посева, уборки, вспашки зяби были взяты из базы данных Росстата ([gks.ru/wps/wcm/connect/](http://gks.ru/wps/wcm/connect/)), а также из (Растениеводство, 2006), где указаны рекомендуемые даты проведения агротехнических мероприятий. Культуры были разделены на четыре группы: яровые зерновые (яровая пшеница, ячмень, овес, просо, соя, горох), озимые зерновые (озимые пшеница и рожь), пропашные (кукуруза, картофель, сахарная свекла, подсолнечник, овощи), технические (лен, рапс, горчица).

Количество вносимых минеральных и органических удобрений в пересчете на N и C было соотнесено с данными ежегодного статистического сборника «Внесение удобрений под урожай \_\_ года и проведение работ по химической мелиорации земель» (2000–2013).

Согласно полученным результатам (табл.), возделывание озимых зерновых способствует накоплению органического углерода в почве. Наоборот, технические культуры вызывают потерю органического вещества. Территории, расположенные в северной части региона – Костромская и Тверская области, отличаются менее интенсивным типом ведения сельскохозяйственного производства, более коротким вегетационным периодом, меньшим количеством возделываемых культур. Соответственно, объем годовой эмиссии углекислого газа на севере региона меньше, чем на юге – в Брянской и Рязанской областях. Закономерно, что в среднем в южных областях накопление органического углерода в почве происходит более интенсивно, чем в северных.

Таблица. Эмиссия углекислого газа (CO<sub>2</sub>) и изменение содержания органического углерода (SOC) в пахотных почвах, кг C/га/год.

Область Культуры	Брянская		Костромская		Рязанская		Тверская	
	CO <sub>2</sub>	SOC	CO <sub>2</sub>	SOC	CO <sub>2</sub>	SOC	CO <sub>2</sub>	SOC
Яровые зерновые	1869.5	516.9	481.8	-95.2	1832.9	550.2	413.9	-20.2
Озимые зерновые	1612.9	488.1	851.6	559.4	1330.9	405.6	886.1	540.0
Пропашные	984.0	-93.6	438.8	-175.8	996.2	95.2	357.4	-162.9
Технические	1100.7	-305.2	460.7	-237.9	1006.5	-264.7	386.6	-175.8
Средние	1391.8	151.6	558.2	12.6	1291.6	196.6	511.0	45.3

Полученные результаты могут способствовать разработке и усовершенствованию мероприятий по сохранению почвенного плодородия.

Работа рекомендована д.б.н., зам. директора ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» Романовской А.А.

ТРАНСФОРМАЦИЯ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ  
ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ

К.В. Сяндюкова

Тульский государственный университет,  
Гёттингенский университет имени Георга-Августа (Германия),  
kristina-syundyukova@yandex.ru

Низкомолекулярные органические вещества (НМОВ) в почве являются основной составляющей экосистемы, однако они не являются стабильными компонентами и подвергаются трансформации. Низкомолекулярные органические вещества составляют 5–10 % растворенного органического углерода в почвах [1]. Трансформация НМОВ в почве является одним из наиболее важных процессов в круговороте углерода. Современные физико-химические методы позволяют изучить этапы преобразования органических компонентов в почве, одним из таких является метод изотопных индикаторов (метод меченых атомов). Применение меченого углерода является одним из ключевых методов исследования трансформации НМОВ. Основываясь на уникальной особенности применения изотопов можно исследовать преобразование конкретных органических веществ в почве (сахара, аминокислоты). Результаты исследования позволят оценить состояние и динамику трансформации органического вещества в почве, особенности минерализации органического вещества, накопление и содержания гумуса.

Целью работы является исследование динамики трансформации низкомолекулярных органических веществ основных классов: моносахариды (глюкоза и рибоза) и аминокислот (аланин).

В эксперименте были использованы образцы суглинистой почвы пахотного слоя.

$^{13}\text{C}$ -меченые вещества (глюкоза, рибоза, аланин) в растворенном виде равномерно вносили с помощью шприца в образцы почвы. Эксперимент проводили в течение 3 и 10 дней при температуре 19–25 °С. Почву взвешивали и определяли содержание воды. Содержание воды в почве было между 22 и 25 %. Каждый образец почвы просеивают через сито с отверстиями в 2 мм и разделили на две части. Одну охлаждали до +5 °С для анализа микробной биомассы, а другую хранили замороженной при –20 °С для фосфолипидного анализа жирных кислот. Из-за отсутствия выщелачивания и поглощения растениями, мы предположили, что все потери  $^{13}\text{C}$  из почвы связаны с минерализацией НМОВ до  $\text{CO}_2$ . Мы предположили, что на третий день должно происходить максималь-

ное включение углерода меченых веществ в микробную биомассу, так на 10-й день можно наблюдать максимальные различия в использовании углерода НМОВ внутри микробного метаболизма.

Анализ полученных результатов позволяет выявить роль основных классов НМОВ – аминокислот и сахаров в микробной утилизации в почве. Схожее поглощение НМОВ на третий день, но существуют различия в микробном включении на 10-й день, что говорит о различном участии этих веществ в почве. 35–80 % от первоначально применяется НМОВ  $^{13}\text{C}$  по-прежнему присутствует в составе органического вещества почвы на 10-й день эксперимента. На третий день наблюдалось 10–24 % включений  $^{13}\text{C}$  и 1–15 % на десятый день. Для сахаров (глюкоза, рибоза) наблюдалось максимальное включение  $^{13}\text{C}$ .

Литература

Ryan P. R., Delhaize E., Jones D. L. Function and mechanism of organic anion exudation from plant roots //Annual review of plant biology. – 2001. – Т. 52. – №. 1. – С. 527–560.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ и Германской службы академических обменов (DAAD) в рамках программы «Михаил Ломоносов». Государственное задание № 3730.

Работа рекомендована к.х.н., доцентом Е. Д. Дмитриевой.

УДК 631.417.2

О КАЧЕСТВЕННОМ СОСТАВЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА  
ПОЧВ ТЕМНОХВОЙНОГО ПОЯСА СЕВЕРО-ЗАПАДНЫХ ОТРОГОВ  
ВОСТОЧНОГО САЯНА (ЗАПОВЕДНИК «СТОЛБЫ»)

О.О. Телешева

Сибирский федеральный университет, olya.telesheva@list.ru

Содержание и запасы органического вещества традиционно служат основным критерием плодородия, а в последние годы все больше рассматриваются с точки зрения устойчивости почв как компонента биосферы.

Объектом исследования явилось органическое вещество буроземов, формирующихся в пределах темнохвойной тайги северо-западных отрогов Восточного Саяна.

Цель исследования заключается в изучении фракционного состава органического вещества почв.



Определение фракционного состава гумуса осуществлялось по схеме И.В. Тюрина в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой.

Почвы горно-таежного темнохвойного пояса Восточного Саяна по содержанию общего углерода классифицируются как высоко- и среднегумусные. Максимальное его количество характерно для грубогумусированного горизонта, минимальное – в минеральных горизонтах.

Соотношение основных компонентов гумуса в верхнем горизонте буроземов грубогумусированных, формирующихся в пределах элювиальной фации катены 2 (южная экспозиция) составляет 0.77 (гуматно-фульватный тип гумификации). На долю негидролизующих форм приходится 53.46 %. Во фракционном составе гуминовых кислот доминирует фракция 3 (10.51 %). Фракция 1 полностью отсутствует. В составе фульвокислот наименьшую роль в составе гумуса играют свободные фульвокислоты и их доля составляет 3.06 %. Доминирующей фракцией является фракция свободных и связанных с полуторными окислами – 14.16 %.

В составе фракционного гумуса буроземов грубогумусированных трансэлювиальной фации катены 1 (северная экспозиция) преобладают фульвокислоты, при этом доминирует фракция 1 (12.68). Доля фракции 2 незначительна и составляет 0.4 % от общего углерода. Содержание фракции 1а в 2 раза ниже, чем содержание фракции 1. В составе гуминовых кислот преобладает 2 фракция бурых кислот. Доля 3 фракции фульвокислот не превышает 4 % от общего углерода. На долю негидролизующего остатка приходится 61.63 %. Отношение  $C_{гк}/C_{фк}$  составляет 0.78 и классифицируется как гуматно-фульватный.

Доминирующей фракцией гуминовых кислот буроземов грубогумусированных локальной трансэлювиально-аккумулятивной фации катены 2 (южной экспозиция) является третья, содержание которой составляет 6.05 %. Содержание фракции 1 незначительно. Среди фульвокислот значительную роль играет фракция 1, содержание остальных фракций находится примерно на одном уровне (фракция 1а – 1.89 %; фракция 2 – 1.68 %; фракция 3 – 1.51 %). Тип гумуса классифицируется как гуматно-фульватный, так как соотношение  $C_{гк}/C_{фк}$  составляет 0.71. Доля негидролизующего остатка составляет максимальное количество для изученных почв и составляет 75.23 %.

Для всех изученных почв характерно соотношение  $C_{гк}/C_{фк}$  в пределах 0.5–0.8, следовательно, все почвы имеют гуматно-фульватный тип гумуса. Отчетливо прослеживается преобладание фульвокислот над гуминовыми. Среди фульвокислот доминирующая роль принадлежит 1

фракции. Среди гуминовых кислот доля 3 и 2 фракции примерно одинакова, а фракция 1 минимальна или в некоторых случаях выпадает полностью. Доминирующую роль 2 фракции гуминовых кислот можно объяснить наличием кальция в верхних горизонтах, за счет его биогенных форм.

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

УДК 631.417

## ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ГОРОДСКИХ ПОЧВ

А.И. Филатова

ФГОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва,  
filatovaai@mail.ru

Почвенный покров городов имеет большое средообразующее значение и является важнейшим фактором формирования благоприятной экологической среды, для проживания человека, обеспечивая рост и развитие растений, функционирование разнообразной биоты, надлежащую водную и воздушную среду. Между тем, антропогенная нагрузка на почвы городских территорий существенно выше, чем на почвы земель сельскохозяйственного назначения и тем более естественных природных ландшафтов.

Объектами исследований служили природные и искусственные ценозы в пределах северного и северо-западного административных округов г. Москвы – урбаноземы и реплантоземы. В качестве эталона – дерново-подзолистая почва Лесной опытной дачи (ЛОД). Почвы ЛОД, функционирующие в городских условиях под лесной древесной растительностью, характеризуются признаками типичными для зональных дерново-подзолистых почв.

Для урбаноземам и реплантоземам сформировавшимся в городских условиях характерна нейтральная реакция среды –  $pH_{H_2O}$  в интервале 5.89–7.39, в то время как в почвах ЛОД – не более 5.17.

Урбаноземы и реплантоземы имеют низкую величину гидролитической кислотности, не превышающей 0.5 мг-экв/100 г почвы. В редких случаях в отдельных слоях значения гидролитической кислотности превышают 1.5 мг-экв/100 г почвы.

В городских почвах содержание обменного кальция колеблется от 12–13 до 30–45 мг-экв/100 г почвы, содержание обменного магния от 3–7 до 20–21 мг-экв/100 г почвы. Содержание обменного кальция в

большинстве случаев уменьшается сверху вниз и часто довольно существенно – в 2–3 раза, а при распределении обменного магния по профилю общая закономерность не наблюдается; степень насыщенности основаниями находится на высоком уровне. В пределах профиля не опускается ниже 90 %, в некоторых близка к 100 %.

В дерново-подзолистой почве ЛОД содержание гумуса около 5 %, запас в слое 0–10 см – 54 т/га. В реплантоземах содержание гумуса снижается до 2–3 %, запас (0–10 см) до 35–40 т/га. В урбаноземах содержание гумуса увеличивается до 4–8 %, запас (0–10 см) до 50–75 т/га.

Содержание лабильных гумусовых веществ в городских почвах очень низкое и составляет 3–6 % от общего углерода почвы. Запасы лабильных гумусовых веществ, в слое 0–10 см, не превышают 2 т/га.

Содержание негидролизуемого остатка во всех почвах высокое – от 60 до 75 %.

Дерново-подзолистые почвы имеют преимущественно гуматно-фульватный тип гумуса с высоким содержанием фракции «свободных» гуминовых кислот, повышенным содержанием кислоторастворимой фракции и низким содержанием гуминовых кислот, связанных с кальцием. Для реплантоземов и урбаноземов характерен фульватно-гуматный и даже гуматный тип гумуса, с повышенным содержанием фракции гуминовых кислот, связанных с кальцием, низким содержанием кислоторастворимой фракции и свободных гуминовых кислот.

В пределах города Москвы распространены почвы, характеризующиеся различным гумусовым состоянием. Реплантоземы и урбаноземы характеризуются органопрофилем, который не соответствует природным условиям гумусообразования данной зоны. Эти почвы по содержанию и составу гумуса больше соответствуют почвам южных регионов.

Несоответствие органопрофиля городских почв природной обстановке делает его неустойчивым к воздействию окружающей среды и способствует ускоренной деградации, что приводит к ухудшению условий произрастания растительности и функционирования почвенной биоты.

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

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ НА ЭМИССИЮ  
УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ИЗ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ  
В ПОЛЕВОМ МОДЕЛЬНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Д.А. Хорошаев

Пушинский государственный естественно-научный институт,  
dinhot@mail.ru

Увеличение частоты температурных аномалий, которое наблюдается в последние десятилетия и связывается с глобальными изменениями климата, оказывает значительное влияние на почвенный цикл углерода в наземных экосистемах. Циклы увлажнения–высушивания и промерзания–оттаивания при различной силе и продолжительности проявления неравнозначно воздействуют на микробные и растительные компоненты экосистем. Цель нашей работы заключалась в изучении влияния климатических аномалий на потоки  $\text{CO}_2$  из почв в модельном эксперименте с искусственным регулированием осадков.

Исследование проводилось в 2014–15 гг. на опытных площадках ИФХиБПП РАН (Пушино, Московская область). В рамках круглогодичных наблюдений предусматривались 3 варианта опыта, имитирующие различные климатические условия: 1. оптимальное увлажнение (Ув) летом и утепление (У) зимой – «мягкий» климат; 2. кратковременные засухи (КЗ) и естественный уровень снежного покрова (К) – контроль; 3. длительная засуха (ДЗ) и отсутствие снежного покрова (П) – экстремально-засушливые условия. Каждый вариант опыта включал в себя по 4 площадки размером 2x2 м: две с луговой растительностью (разнотравно-злаковая ассоциация) и две – под паром. Определение интенсивности потоков проводилось в среднем один раз в 3 дня, с помощью газового анализатора LiCOR 6400 в летний период и LiCOR 820 – в зимний.

Суммарная годовая эмиссия  $\text{C-CO}_2$  из почв в зависимости от варианта опыта из почв паровых участков составляла 263–354 г  $\text{C}/\text{м}^2$ , а на участках под травой – 1079–1772 г  $\text{C}/\text{м}^2$ . Летняя эмиссия  $\text{CO}_2$  на травянистых участках в 10–18 раз превышала зимнюю, в то время как на пару только в 2–4 раза. В летний период дыхание почвы на пару было в 4.7–7.1 раза меньше, чем на травянистых участках. В тоже время зимняя эмиссия  $\text{CO}_2$  на участках, занятых растительностью, слабо превышала (в 1.3–1.6 раза), либо совсем не отличалась от эмиссии на пару. Промерзание почвы снижало выделение  $\text{C-CO}_2$  в 1.5–2.5 раза (рис. а). В летний период наиболее существенное влияние на потоки  $\text{CO}_2$  из почв оказала

длительная засуха на участках под травой, где произошло уменьшение суммарной эмиссии в 1.6 раза, а кратковременные засухи слабо влияли на кумулятивные потери  $C-CO_2$  из почв (рис. б).

Проведенные исследования позволили заключить, что циклы увлажнения – иссушения и промерзания – оттаивания сильно влияют на суммарные потери углерода, снижая их в зависимости от силы проявления фактора.

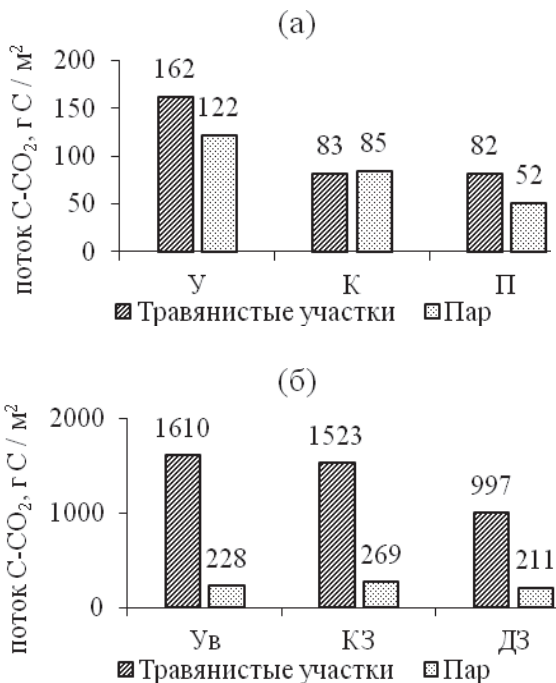


Рисунок. Кумулятивные потоки  $C-CO_2$  из почв эксперимента за период октябрь 2014 – апрель 2015 (а) и апрель – сентябрь 2015 (б).

Работа выполнялась при поддержкеРНФ (№ 14-14-00625), РФФИ (№ 15-04-05156а) и гранта НШ-6123.2014.4.

Работа рекомендована д.б.н. И.Н. Кургановой и к.т.н. В.О. Лопесом де Гереню, ведущими научными сотрудниками лаборатории почвенных циклов азота и углерода ИФХиБПП РАН, г. Пущино.

# ВЛИЯНИЕ ИЗВЕСТКОВАНИЯ КРУПНЫМИ ФРАКЦИЯМИ ОТСЕВА ЩЕБЁНОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ЛАБИЛЬНЫЕ ФОРМЫ ГУМУСА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ

Е.Е. Шевченко

Санкт-Петербургский государственный университет, avlavr@ Rambler.ru

Цель настоящих исследований – выявить изменение содержания и состава гумуса, извлекаемого пирофосфатом натрия ( $pH=10.0$ ), спустя год после известкования различными по размеру фракциями отсева щебёночного производства, используемого для дорожного строительства.

Объектом изучения служит дерново-подзолистая легкосуглинистая почва со следующими физико-химическими показателями: содержание гумуса – 2.18 %;  $pH_{KCl}$  – 4.8;  $Hг$  – 4.9 ммоль-экв/100 г.

В качестве известкового удобрения использовали крупные фракции отсева щебёночного производства месторождения «Елизаветино – 2» (Гатчинский район, Ленинградской области). Нейтрализующая способность – 84.5 %. На долю  $CaCO_3$  приходится 46.1 %,  $MgCO_3$  – 38.4 %. Опыт заложен в 2015 году. Культура – горох. Размер делянки – 1 м<sup>2</sup>. Уборку проводили в фазу цветения.

Схема опыта:

1. НРК (фон) – контроль;
2. Фон + отсев щебня 5–7 мм (5Нг);
3. Фон + отсев щебня 5–10 мм (5Нг);
4. Фон + отсев щебня – естественная смесь фракций (3Нг).

Минеральные удобрения вносили перед посевом гороха в форме азофоски (16:16:16).

Исследованию подвергнута исходная почва и почвы из вариантов опыта.

В результате изучения установлено, что известкование существенно не повлияло на содержание гумуса. Спустя год после известкования размах колебаний содержания гумуса в зависимости от варианта опыта составил от 1.18 % до 1.34 % углерода. При этом в вариантах Фон + отсев щебня 5–7 мм (5Нг) и Фон + отсев щебня – естественная смесь фракций (3Нг) выявлена тенденция к снижению Собщ., тогда как в вариантах НРК (фон) и Фон + отсев щебня 5–10 мм (5Нг) отмечена тенденция к росту содержания гумуса.

Каких-либо различий в содержании Собщ., извлекаемого раствором пирофосфата натрия в опыте не было (колебания составляли от 0.34 до 0.31 %).

В вариантах Фон + отсев щебня 5–7 мм (5Нг) и Фон + отсев щебня – естественная смесь фракций (3Нг) отмечена тенденция к снижению содержания ГК, извлекаемых пирофосфатом натрия. При этом содержание ФК практически не изменилось, что привело к некоторому расширению отношения Сгк:Сфк. Оптическая плотность ГК снизилась с 15.3 ед. в исходной почве до 12.5–13.7 ед. в вариантах Фон + отсев щебня 5–7 мм (5Нг) и Фон + отсев щебня – естественная смесь фракций (3Нг).

Исследования планируется продолжить.

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

УДК 631.4

## ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ И СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В АГРОЧЕРНОЗЕМЕ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

О.В. Шиндорикова

Красноярский государственный аграрный университет,  
domestic77@mail.ru

Применение органических удобрений повышает в почве содержание органического вещества, биологическую активность, оказывает благоприятное воздействие на агрофизические показатели, стимулирует развитие сельскохозяйственных растений. Одним из традиционно применяемых органических удобрений в сельском хозяйстве является птичий помет. На территории Красноярского края функционируют девять промышленных птицеводческих предприятий, которые имеют огромные объемы накопления отходов, требующих утилизации. Хранение помета в чистом виде сопровождается потерями органического вещества (до 10–12 % за три месяца и до 23 % за шесть месяцев). Потери общего азота достигают 14 и 30 % соответственно, а по некоторым сведениям – 50 % и более. Сырой помет обладает неблагоприятными свойствами: имеет сильный зловонный запах, содержит большое количество семян сорняков, яиц и личинок гельминтов и мух, множество микроорганизмов, среди которых нередко возбудители опасных заболеваний. В связи с этим способы хранения помета должны обеспечивать его обеззараживание и максимально возможное предохранение от потерь элементов питания. В данной работе для переработки птичьего помета используется вермиктехнология, способная обеззараживать его и сохранять элементы питания. В результате такого агрохимического приема получается экологически безопасный продукт – вермикомпост. Трансформа-

ция которого была исследована в агрочерноземе в полевых условиях учхоза «Миндерлинское» согласно схеме опыта. 1. Почва (без удобрений) – контроль; 2. Почва + 2 т/га птичьего помета (ПП); 3. Почва + 4 т/га ПП; 4. Почва+6 т/га ПП; 5. Почва + вермикомпост (ВК) в дозе эквивалентной (экв.) 2 т/га ПП; 6. Почва + ВК экв. 4 т/га ПП; 7. Почва + ВК экв. 6 т/га ПП. Площадь учетной делянки составила 100 м<sup>2</sup>, повторность опыта трехкратная. Размещение делянок рендомизированное. Трансформацию органических удобрений в агрочерноземе в 2012 году изучали в поле чистого пара, а в 2013 и 2014 гг. – в посевах яровой пшеницы сорта Новосибирская 15. Определение содержания углерода гумуса (С<sub>гум</sub>) проводили по методу И.В. Тюрина, а подвижный гумус (С<sub>под</sub>) из одной навески последовательно С<sub>Н<sub>2</sub>О</sub> и С<sub>0,1 н NaOH</sub> (в его составе С<sub>гк</sub> и С<sub>фк</sub>) по И.В. Тюрину в модификации В.В. Пономаревой, Т.А. Плотниковой. Полученные результаты исследований были обработаны статистически.

Внесенные в паровое поле агрочернозема птичий помет и вермикомпост в дозах от 2 до 6 т/га сразу вовлекаются в процесс гумификации, что приводит к накоплению гумуса и его подвижных соединений. По сравнению с контролем отмечается достоверное повышение гумуса в почве от 4 до 23 % в зависимости от варианта опыта и дозы внесения удобрений.

Водорастворимые (С<sub>Н<sub>2</sub>О</sub>) соединения гумуса, будучи очень динамичными достоверно не изменяются в удобренных вариантах опыта. Внесение птичьего помета в количестве 4–6 т/га в почву оказывает существенное влияние на количество углерода, экстрагируемого 0.1 н NaOH, которые повышается на 45–160 мг/100 г к контролю. Применение вермикомпоста в почву в дозах эквивалентных 4–6 т/га птичьего помета достоверно повышает на 58–107 мг/100 г этот показатель. Под действием птичьего помета внесенного в количестве 2 т/га существенно повышается содержание углерода гуминовых кислот (С<sub>гк</sub>) на 119 мг/100 г. Применение ВК в почву в количествах эквивалентных 4–6 т/га ПП достоверно увеличивает С<sub>гк</sub> на 46–65 мг/100 г к контролю в зависимости от дозы внесения.

Оценивая характер трансформации органического вещества в агрочерноземе отметим, что доля подвижных гумусовых веществ в составе гумуса изменялась от 12 до 13 % в зависимости от вида и дозы удобрений. Стабильный гумус преобладал над подвижным гумусом и составлял от 87–88 % в составе углерода гумуса.

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.А. Ульяновой.



## Секция VI

*Деградация, методы  
реабилитации и охраны почв*

# RANDOM MIX INTERLAYER CLAYS IN SOIL AND LAND SLIDING IN IRAN FLATS

M. Akhavan Ghalibaf<sup>1</sup> and H. Bidaki

1. Assistant professor and 2. MSc Student in Soil Science Department of  
Natural Resources Faculty in Yazd University, Iran  
makhavan\_ghalibaf@hotmail.com, opal.libra@ymail.com

According to geo technical process and orologic formations in Iran, Iranian geological map has divided to some geological zones like as Central Iran, Zagross and Sanandaj–Sirjan and so on. This research have compared the clay mineral on depositions of two zones of Sanandaj – Sirjan on the planes of Shahrekord and Abarkuh and Central Iran on the plane of Yazd (fig. 1).

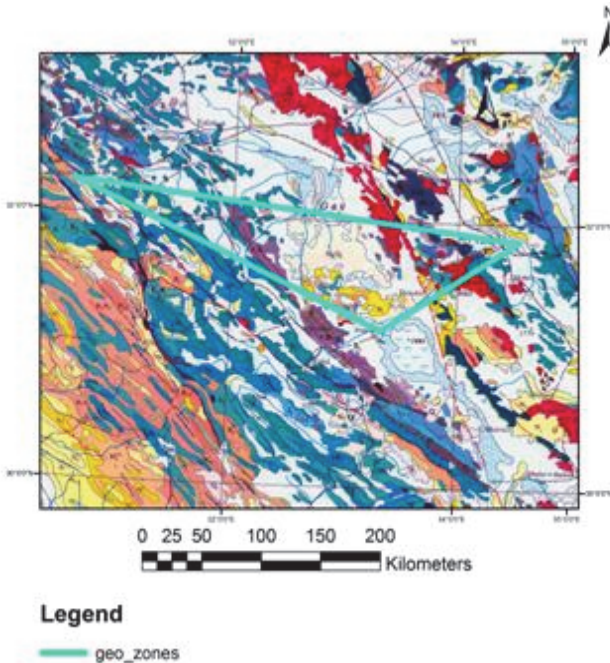


Figure 1. A part of geological map [2], where has shown sampling positions on Sanandaj – Sirjan zone in the west and Central Iran at right part of the three angle.

Clay particle size of less than 1 micron were separated for XRD analyses by Philips Analytical X-Ray, from 2 [ $^{\circ}$ 2Th.] to 40 [ $^{\circ}$ 2Th.], generator setting of 40 kV, 30 mA. and anode of Cu. Before Analyses of the clays were doing the treatments of ethylene glycol and heating in 550 Celsius degree for 2 hours. The semi quantitative calculations on diffractometers were done according to Biskaye (1964). The common property between diffractograms is illite with maximum quantities in all clay samples (54–87 %). Because according to Sawhney (1989) a complete collapse to 1.0 nm on heating at 550 Celsius degree precluded the presence of chlorite (Fig. 2a). The diffractograms of Shahrekurd are similar to Abarkuh (fig. 2b) because of similar lithologic formations. But in Shahrekurd because of higher height from sea level and more moisture climate, the quantity of smectite in clay fraction 2 times is more than Abarkuh that is upped to 30 %. In Yazd clayey plain the situation is different. In this area quantity of amorphous silica has increased. And in B horizon to be formed secondary carbonates and silica of  $B_{qk}$  (fig. 3. Left).

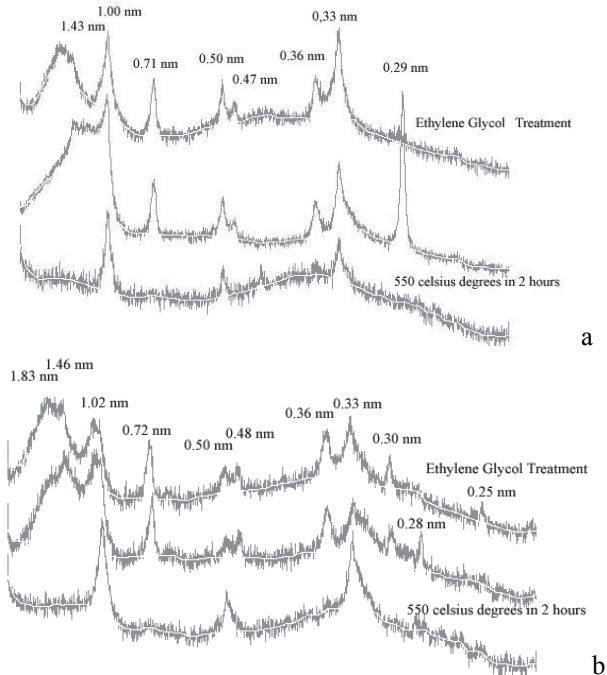


Figure 2. The complete collapse to 1.0 nm on heating at 550 Celsius degree (lower curves) for Abarkuh (a) and Shahrekurd (b) XRD diffractograms.

Can be concluded that geological process in Iran like as situation of ancient oceans and the shores in past have influenced on clay mineral types and pedogenic process have been less effective in neo formations or transformations of clays.

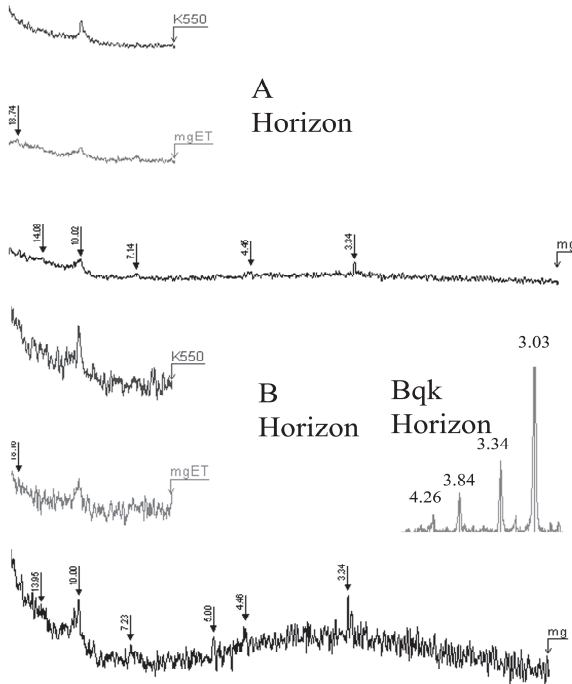


Figure 3. Diffractograms of Yazd clayey plain with maximum Illite (87 %) and a low component of smectite, chlorite and kaolinite with high amorphous silicates and with features of secondary carbonates and silica in B<sub>qk</sub>.

#### References:

1. Bisk aye P. E. 1964. Mineralogy and sedimentation of the deep sea sediment fine fraction in the Atlantic Ocean. *Geochemistry Technology. Rept.*, 8, PP: 1–86.
2. Haghypour A. and Aghanabati A. 1985. Geological map of Iran. Based on available information of geological survey of Iran and national Iranian oil company for Zagros and Kopet Dagh regions. Scale: 1:2 500 000.
3. Sawhney B. I. 1989. Interstratifications in layer silicates, Chapter 14, in *Minerals in soil environments*, by Dixon J.B and S.B. Weed, 2th Edition, SSSA, Book Series: 1. PP:789–828.

LABORATORY SIMULATION OF OIL DEGRADATION  
IN OIL-CONTAINMENT OLIGOTROPHIC PEAT

A.M. Lobanenkov

Lomonosov Moscow State University, lobanenkov@gmail.com

Peat soils of oligotrophic bogs in northern and middle taiga zones of Russia are pervasively contaminated by oil in areas of it's exploration. Biological remediation of those bogs is required by law, however even intensive procedures with aerobic microorganisms face with troubles. One of microorganism impeding issues is low redox potential of these hydromorphic soils.

Oil-oxidizing microorganisms may require carbohydrates alone or also alcohols, sugars, fatty acids, and some other compounds. Methods of biostimulation allow to vitalize growth of natural organisms presented in contaminated soils, which are potentially capable to utilize the pollutant. We performed set of experiments to increase efficiency of those aboriginal microflora by optimizing pH, Eh and nutritive conditions for microorganisms.

Seven triplicated experimental setups with different amounts of contamination and nutrients were tested:

- 135.5 g pure peat; 500 mL H<sub>2</sub>O (test case);
- 630 g oil-contaminated peat; 480 mL H<sub>2</sub>O;
- 630 g oil-contaminated peat; 480 mL H<sub>2</sub>O; 33 g CaCO<sub>3</sub>;
- 630 g oil-contaminated peat; 480 mL H<sub>2</sub>O; 33 g CaCO<sub>3</sub>; 16 g bentonite clay;
- 630 g oil-contaminated peat; 480 mL H<sub>2</sub>O; 33 g CaCO<sub>3</sub>; 1.59 g Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; 1.52 g Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O; 1.26 g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 16 g bentonite clay;
- 630 g oil-contaminated peat; 480 mL H<sub>2</sub>O; 1.59 g Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; 1.52 g Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O; 1.26 g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;
- 630 g oil-contaminated peat; 480 mL H<sub>2</sub>O; 33 g CaCO<sub>3</sub>; 1.59 g Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; 1.52 g Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O; 1.26 g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Pure and contaminated peat were put into plastic containers 8 cm in diameter and 23 cm in height and poured with distilled water. Experiments lasted for 2.5 months at 18–26 °C. Content of oil products was determined by IR spectrometry, gas liquid chromatography and gravimetric analysis. CO<sub>2</sub> emission was measured by gas chromatography.

Pristane and phytane indexes for crude oil were estimated as 2.22 and 2.07 respectively, while in our samples these indexes were 0.67 and 0.60,

respectively. Therefore, partial degradation of oil in samples that we were originally provided has already occurred.

N-alkanes content in experimental setups with fertilizers has decreased by factor of 45 % in average in comparison to initial values, the control case and other experimental runs.

Solid phase extraction method evaluates content of different oil fractions in samples (SARA – Saturate, Aromatic, Resin and Asphaltene). Measured oil fractions showed greatly reduced concentrations of saturated hydrocarbons in experimental setups with addition of fertilizers. Reduction of the aromatic, asphaltenes and resins could not be detected.

CO<sub>2</sub> emission is maximal in experimental setups with addition of fertilizers, because they can be used as electron acceptors under anaerobic conditions.

This investigation has been recommended by Prof. Dr. I.I. Tolpeshta.

## NEO FORMATION OF EVAPORATES IN DESERT SUBTROPICAL HYDRO-MORPHIC SOILS OF CENTRAL IRAN

S. Sanaei<sup>1</sup> and M. Akhavan Ghalibaf<sup>2</sup>

1. MSc Student, and 2. Assistant professor in Soil Science Department of Natural Resources Faculty in Yazd University, Iran  
sanaeisorur@gmail.com, makhavan\_ghalibaf@hotmail.com

The Geomorphologic land forms in Central Iran have formed from mountains, higher alluvial planes and low alluvial planes or playas. In the playas because of shallow ground water table were formed hydro-morph solonchaks (fig. 1). One of the solonchak low lands in the province of Yazd is Marvastplaya (fig. 1) that was selected in this research for the analyses of salt neo formation dynamics in summer and autumn in 2015 year. The purpose of this research is to classify land potentiality for agriculture land uses or other technological land uses like as mining explorations.

The alluvial depositions are paragenetic from Mesozoic and Cenozoic weathered rocks. In the playa of Marvast major salinity type is chloride (fig. 2) but this salinity type related to season is changes to sulfate chloride and sulfate. Sulfates and so soda salts in colder and moist seasons have increased in compare to chlorides ones. Because of less solubility of Natrium Sulfates in cold climates, its deficit quantities are less than chlorides. Magnesium relative to calcium in autumns was increased. From the heavy metals distributions in summer and autumn can be concluded that iron, platinum, rhenium, palladium, zirconium and molybdenum have decreased in

autumn. But manganese, copper and strontium show some increasing in their relative quantities. After these results can be concluded that in some parts of the researched areas because of high quantities of salts (>10 % soluble salts) it cannot be used as natural resources or agriculture purposes and must put them in to mining area for salt supplying.

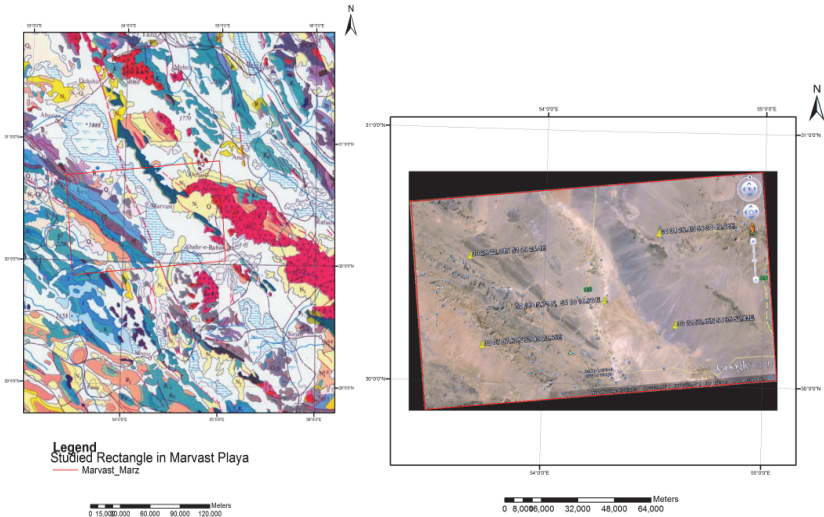


Fig. 1. The studied area in Marvast playa of Yazd on the Google Earth and its same rectangular position on geological map of Iran [3].

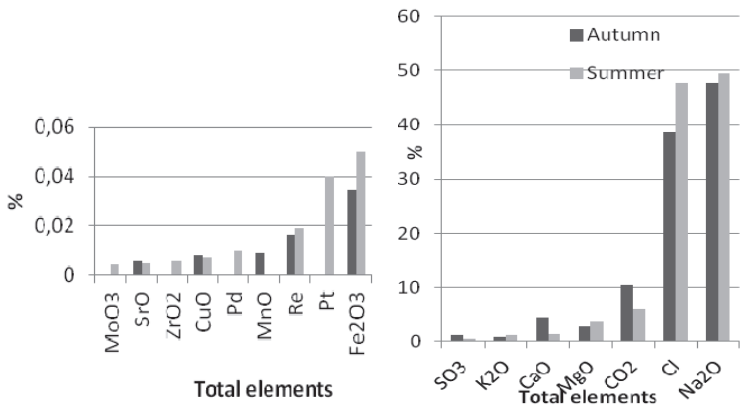


Fig. 2. Neo formation salt dynamics in summer and autumn of 2015 year.

## References

1. Akhavan Ghalibaf, M. 2002. Salinity types of the soils related to climate and lithogenic microzones in Central Iran. 17 World congress of Soil Science. 14–21 August, Thailand.
2. Akhavan Ghalibaf M. A. Ghoadian and M.H. Mokhtari. 2002. Changes in the soil salinity induced by anthropogenic features in Central Iran. 8<sup>th</sup> International Conference on Understanding Future Dry-land Environmental Changes from past Dynamics. The University of Sheffield & Yazd University. Iran.
3. Haghypour A. and Aghanabati A. 1985. Geological map of Iran. Based on available information of geological survey of Iran and national Iranian oil company for Zagros and Kopet Dagh regions. Scale: 1:2 500 000.

УДК 631.4

### ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФОРМ ФОСФАТОВ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ ПОСЛЕ ПРЕКРАЩЕНИЯ АНТРОПОГЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

А.А. Акатова

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,  
akatova1993@bk.ru

В Нечерноземной зоне Российской Федерации в связи с критическим характером земледелия сокращаются земли сельскохозяйственного использования. При этом почвы постепенно зарастают естественной растительностью и переходят в залежь. После прекращения антропогенного использования и появления естественной растительности ухудшаются физико-химические свойства почв. Зарастание бывших пахотных угодий отражается и на содержании форм и, запасов фосфора.

Цель работы – изучить изменение содержания форм и запасов фосфора в дерново-подзолистых почвах после прекращения их использования. Исследования проводили на территории Бокситогорского района Ленинградской области, что географически соответствует средней части южной тайги. В качестве объектов исследования послужили почвы различного срока реградации.

Залежь 8 лет. Бывший огород, интенсивно использовался на протяжении 50 лет для выращивания картофеля, вносились органические удобрения. После прекращения использования началось интенсивное зарастание сорной растительностью.



Залежь от 18 до 40 лет. До 1985 года на исследуемой территории возделывали силосные культуры, вносили минеральные удобрения. После 1985 года почву использовали под сенокос.

Залежь 50 лет. Территория распахивалась до 1960 года, после прекращения сельскохозяйственного использования заросла кустарником, а в последствие растительность сменилась березово-еловым лесом.

Распределение фосфора по профилю окультуренных почв свидетельствует об интенсивной аккумуляции его в пахотном горизонте. Различия во фракционном составе органических фосфатов проявляется наиболее заметно между верхней частью пахотного горизонта и нижней. Органические Al-фосфаты преобладают в слое 14–30 см, тогда как максимальное содержание органических Fe-фосфатов в слое 0–14 см. В распределении Ca-фосфатов наблюдается обратная закономерность. В пахотном слое и иллювиальном горизонте примерно одинаковое содержание.

В ходе исследования установлено, что основная часть фосфора верхних горизонтов реградированных почв представлена органическими Al-фосфатами, составляющими в пахотном реградированном слое 1.39–5.46 % от валового содержания в почве, с увеличением срока реградации его количество снижается. В постагrogenных почвах (40 и 50 лет) наблюдается тенденция к увеличению содержания органических Al-фосфатов в бывших пахотных горизонтах, где его концентрация составляет 13.48–14.21 %. В почве под лесом – 13.46–19.62 %, как видно из данных в постагrogenных почвах содержание органических Al-фосфатов становится примерно одинаково. В незначительно меньшем количестве от общего содержания фосфора представлены органические Fe-фосфаты. Его концентрация в верхней части профиля реградированных почвах колеблется от 0.82 до 3.05 % от валового, в постагrogenных почвах выявлена та же зависимость. Минеральные формы фосфора по профилю распределены равномерно, при этом минеральные Al-фосфаты находятся в меньшем количестве, чем минеральные Fe-фосфаты. В результате изменение физико-химических свойств почв и подкисления почвенного профиля в ряду реградированных почв происходит резкое уменьшение Ca-фосфатов потери составляют 19–37 % по отношению к пахотной почве. При прекращении антропогенного использования изменяется содержание форм фосфора. Наилучшими показателями фосфатного режима обладают пахотные почвы.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доцентом М.В. Шабановым.

## АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ МЕЛИОРАНТОВ НА НАКОПЛЕНИЕ РЬ РАСТЕНИЯМИ ИЗ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

И.Ю. Алферова

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,  
i\_rishcream@list.ru

Свинец (Pb) является одним из наиболее опасных неорганических токсикантов. К источникам его поступления в окружающую природную среду относятся не только стационарные промышленные объекты, но и транспортные средства. Соединения свинца входят в состав отработавших газов автомобиля. В системе почва-растение свинец малоподвижен по сравнению с другими тяжелыми металлами, однако его накопление в растениях на загрязненных почвах вполне вероятно, поэтому предельно-допустимое содержание (ПДК) свинца в почве определено государственными гигиеническими нормативами.

Таблица. Концентрация РЬ в почве и растениях рапса ярового, мг/кг.

Варианты опыта	почва	растения	
		корни	надземная часть
Контроль	239.9±13.9	98.8	7.6
Цементная пыль	45.6±1.5	78.4	3.6
Доломитовая мука	159.2±3.6	93.5	5.5
Вермикулит	123.1±2.3	78.4	6.5
Торфонавозный компост	155.9±2.1	82.5	3.6
Биоуголь	254.8±14.3	68.6	2.7
<i>R</i>		0.13	0.13

Примечание: *R* – коэффициент корреляции между содержанием РЬ в почве и растениях.

Целью вегетационного опыта, поставленного на загрязненном свинцом грунте, было определить степень влияния различных мелиорантов на накопление РЬ яровым рапсом. Грунт для опыта был отобран в санитарной зоне полигона для хранения твердых бытовых отходов. Содержание подвижных соединений свинца в грунте составляло 199 мг/кг (ПДК= 6 мг/кг). Рапс выращивали в пластиковых сосудах, вмещающих 5 кг грунта, до начала фазы бутонизации растений. Варианты опыта отличались видом мелиоранта, каждый из которых в силу своих физико-химических свойств может снижать подвижность РЬ в системе

почва–растение. Эксперимент проведен в трехкратной повторности. После уборки опыта содержание подвижных соединений Pb в почве и его концентрация в растениях были определены атомно-абсорбционным методом.

Результаты опыта показывают, что все мелиоранты способствовали снижению накопления Pb рапсом. Наибольшей эффективностью в этом отношении характеризовался биоуголь, под его влиянием содержание токсиканта в надземной части растений было в 2.8 раза ниже, чем в контроле, в корнях – в 1.4 раза ниже. Концентрация Pb в растениях не зависела от содержания подвижных соединений этого элемента в почве, на что указывают низкие коэффициенты корреляции. По-видимому, механизмы снижения поступления Pb из почвы в растения специфичны для каждого мелиоранта. Можно предположить, что воздействие цементной пыли и доломитовой муки на этот процесс заключается в снижении подвижности металла в почве вследствие увеличения её pH. Вермикулит обладает большой сорбционной поверхностью, которая, вероятно, слабо удерживает катион Pb, поэтому эффективность мелиоранта сравнительно невелика. Торфонавозный компост и биоуголь так же имеют высокую ёмкость поглощения катионов, но, вероятно, основную роль в снижении поступления Pb в растения под действием этих мелиорантов играет их химический состав, например, содержание металлов, которые могут конкурировать со Pb за места сорбции на поверхности корневой системы, снижая переход токсиканта в растения.

Работа рекомендована к.б.н., доц. М.А. Ефремовой.

УДК 157.15, 631.453

## ПРИМЕНЕНИЕ ФЕРМЕНТОВ СВЕТЯЩИХСЯ БАКТЕРИЙ ДЛЯ АНАЛИЗА ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ

Е.М. Байгина, Н.В. Римацкая, Л.В. Степанова

Сибирский федеральный университет, Красноярск, [nfsu2betti@mail.ru](mailto:nfsu2betti@mail.ru)

Ферментативный уровень биотестирования в отличие от других методов анализа (химические, биотесты на организмах и т.п.) основан на быстром изменении ферментативной активности биосистемы, является простым и дешевым в использовании, имеет высокую чувствительность, точность и повторяемость измерений. Биолуминесцентная ферментативная система является перспективной тест-системой для анализа состояния (загрязненности) природных сред. Поэтому цель работы – оценка возможности применения ферментативного биотестирования для анализа загрязнения (деградации) почв.

Эксперимент проведен на 18 экстрактах почвенных образцов, отобранных с разных районов г. Красноярска. В качестве модельных (условно чистых) экстрактов почв использовали чернозем, песок, суглинок. Биотестирование экстрактов почв проводили с использованием сопряженной ферментативной системы НАДН:ФМН-оксидоредуктаза + люцифераза методом билюминесцентного анализа. По ингибированию свечения ферментов при добавлении водной вытяжки из почв определяли их загрязненность. Степень загрязнения экстрактов почв анализировали по величине остаточной интенсивности свечения ( $T$ , %), которую находили по формуле:

$$T = \frac{I}{I_0} \cdot 100\%,$$

где  $I$  и  $I_0$  – максимумы интенсивности свечения образца и контроля (дистиллированная вода) соответственно. При этом, если  $T > 80\%$  – образец не загрязнен (допустимая степень загрязнения),  $50\% < T < 80\%$  – образец загрязнен,  $T < 50\%$  – образец сильно загрязнен. Свечение ферментов регистрировали на люминометре («PromegaGloMax» 20/20 Luminometer, USA). Измерения проводили в трехкратной повторности.

Чувствительность ферментативного биотеста определяли по ингибированию люминесцентного свечения в зависимости от абсорбционных и кислотно-основных свойств экстрактов модельных почв (рН, мутность, содержание гумуса). Коэффициент корректировки рассчитывали по изменению поглощающей длины волны, снятого на спектрофотометре («Shimadzu» UV-1800 Spectrophotometer, USA).

Выявлено, что экстракты почв г. Красноярска, в основном, загрязненные. Сильнозагрязненную степень имели экстракты почв в районах с промышленными строениями и интенсивным автотранспортным движением, условно чистыми оказались экстракты почв в районах с озеленением, остальные экстракты почв – слабозагрязненные.

Выявлена чувствительность ферментативного биотеста на присутствие в экстракте почвы гумуса (чернозём) ( $T = 23\%$ ); содержание песка ( $T = 96\%$ ) и суглинка ( $T = 82\%$ ) не ингибирует свечение биолюминесценции.

Не влияют на чувствительности ферментативного биотеста абсорбционные и кислотно-основные свойства почв. Отмечен низкий коэффициент корреляции ( $r = -0.22$ ) между кислотно-основным состоянием экстрактов почв (рН = 7–8) и величиной остаточной интенсивности свечения. Коэффициент корректировки на мутность для всех экстрактов почв не превышал 6 %, при погрешности метода биотестирования до 10 %.

Таким образом, ферменты светящихся бактерий достоверно диагностировали загрязнение почв районов г. Красноярска. Чувствительность ферментативной системы на содержание гумуса в почве возможно нивелировать, подобрав оптимальный состав реакционной смеси. Ферментативное билюминесцентное биотестирование применимо для оценки состояния почв.

Работа выполнена при поддержке Фонда содействия инновациям.

Работа рекомендована д.б.н. проф. В.А. Кратасюк.

УДК 631.427

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАТУРНЫХ И ИМИТАЦИОННЫХ  
ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ  
АКТИВНОСТИ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ АЭРОЗОЛЯМИ  
ГУБКИНСКОГО ГОКА

(НА ПРИМЕРЕ ЗАПОВЕДНОГО УЧАСТКА «ЯМСКАЯ СТЕПЬ»)

Н.О. Бакунович<sup>1</sup>, О.С. Хохлова<sup>1</sup>, Т.Н. Мякшина<sup>1</sup>, А.В. Русаков<sup>2</sup>,  
А.С. Шаповалов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения  
РАН, Пушкино, Московская обл.

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

<sup>3</sup> ФГБУ Государственный заповедник «Белогорье», п. Борисовка,  
Белгородская обл.

Участок «Ямская степь» заповедника «Белогорье» расположен в Белгородской области вблизи сосредоточения целого ряда предприятий горно-добывающей промышленности: Лебединский и Стойленский ГОКи, комбинаты «КМАруда» и Оскольский металлургический, ТЭЦ и др. Учитывая, что «Ямская степь» является ООПТ и при этом испытывает значительную техногенную нагрузку, необходимость изучения свойств доминирующих почв и проведения оценки загрязнения их тяжелыми металлами (ТМ) приобретает весьма актуальное значение.

Целью работы являлась оценка загрязнения почв «Ямской степи» ТМ на основе натурального изучения дыхательной активности почв мониторинговых площадок (МП) и имитационных опытов.

Вокруг Ямской степи в Белгородской области в 2013–2015 гг. была заложена сеть пунктов комплексных наблюдений (т.н. мониторинговых площадок – МП) за воздействием Лебединского ГОК на экосистемы этого заповедного участка, все эти площадки получили соответствующие номера. В 2013–14 гг. нами была исследована 21 мониторин-

говая площадка (МП). Со всех МП были отобраны пробы с глубины 0–5 см на разные виды анализов. В пробах определялись содержание органического углерода (С org), pH водной вытяжки, гранулометрический состав и содержание ТМ (валовые формы). Также, в пробах, отобранных с глубины 0–5 см, измеряли микробиологическую (дыхательную) активность почв ( $V_{\text{basal}}$ ) и скорость субстрат-индуцированного дыхания ( $V_{\text{sir}}$ ). На основе измеренных  $V_{\text{basal}}$  и  $V_{\text{sir}}$  рассчитали содержание микробного углерода (Сmic) и метаболический коэффициент ( $q\text{CO}_2$ ).

Дыхательная активность почв выражается в сравнительно широком диапазоне: от 0.6 мкг С/г·час (МП Ямская степь, Суры, разр. Н11, МП Садки, разр. Н33) до 2.2 мкг С/г·час (МП Барское, разр. Н7). Самые высокие значения содержания Сmic обнаружены в тех же МП, что и в случае с  $V_{\text{basal}}$ . Максимальные значения Сmic достигают 168 мгС/100 г почвы (МП Барское, разр. Н7) в темногумусовой маломощной почве. Минимальные же значения Сmic зафиксированы в темно-серой стратифицированной почве (МП Резников Яр, разр. Н15) и в черноземе глинисто-иллювиальном (МП Воробьево, разр. Н18), 30.1 и 20.6 мгС/100 г почвы, соответственно.

Имитационные опыты основывались на определении скорости выделения  $\text{CO}_2$  в искусственно полученной смеси почвы и пыли с высоким содержанием ТМ. Пыль была взята из цехов Лебединского ГОКа; почва – с участка косимой степи (разр. Н12). В пыли, взятой для опытов были зафиксированы следующие концентрации ТМ (мкг/г): 28–52 V, 47–110 Cr, 15–59 Ni, 7–20 Cu, 12–35 Zn, 5.2–16 As, 11–110 Sr, 16–110 Zr, 5.1–12 Pb. Вариабельность содержания была связана с тем, что в разных цехах пыль включала немного разные количества ТМ.

Первый эксперимент включал в себя определение  $V_{\text{basal}}$  и  $V_{\text{sir}}$  в трех вариантах смесей: 90 % почвы и 10 % пыли, 50 %Ч и 50 %Л, 10 % Ч и 90 % Л, при одинаковой навеске. Контролем к каждому варианту выступали смеси прокаленной почвообразующей породы и той же почвы: 90 % почвы и 10 % породы, 50 %Ч и 50 %Р, и 10 % Ч и 90 % Р. Выяснилось, что смесь прокаленной породы и почвы показала ожидаемый результат: с повышением содержания породы, уменьшалась дыхательная активность вплоть до нулевых значений, когда в смеси 10 %Ч и 90 %Р  $V_{\text{basal}}$  составило 0.01, а  $V_{\text{sir}}$  – 0.08 мкгС/г·час. В случае со смесью пыли, содержащей ТМ, и почвы наблюдалась такая же картина: чем выше становились пропорции пыли в почве, тем меньше было выделение  $\text{CO}_2$  как в нативной, так и в субстрат-индуцированной почве. То есть, в смесях с пылью, обогащенной ТМ, микроорганизмы не угнетались, а наоборот, показывали большую интенсивность дыхания.

Второй эксперимент включал определение  $V_{\text{basal}}$  и  $V_{\text{sig}}$  в смесях, где к фиксированной навеске, 5 грамм почвы, добавляли 1, 2, 3, 4, 5 грамм пыли, соответственно. Контролем также служили смеси почвы и породы в тех же соотношениях. Дополнительным контролем для второго опыта послужили нативная почва, прокаленная порода и пыль. Все опыты провели в трехкратной повторности. Второй этап эксперимента имитировал процесс постепенного накопления пыли в почве. Пошаговое повышение концентрации пыли в почве не проявлялось заметно в скорости базального дыхания и было практически одинаковым с чистой почвой (рис. 5а, сравниваем с КЧ) до тех пор, пока соотношение почва-пыль не достигло 1/1 (5 г почвы + 5 г пыли). Лишь в этом случае скорость выделения  $\text{CO}_2$  заметно упала по сравнению с чистой почвой. При измерении скорости  $V_{\text{sig}}$  видно постепенное снижение этого показателя от 1 к 5 граммам добавленной в почву пыли, скорость  $V_{\text{sig}}$  начинает достоверно отличаться от дыхания чистой почвы (КЧ) уже с варианта «3 грамма пыли на 5 граммов почвы». При этом варианты с чистой (без ТМ) породой показали постепенное падение скорости как базального, так и субстрат-индуцированного дыхания, и во всех вариантах уровень дыхания в пробах с породой был ниже, чем с пылью.

Натурные исследования на МП не выявили зависимости базального дыхания от типа почвы, лишь слабо и единично – от типа землепользования. Вместе с тем, на некоторых МП складываются условия, стрессовые для микробного сообщества. Для этих площадок был сделан вывод о всплеске активности микробного сообщества и увеличении скорости минерализации органического углерода, как мы полагали, в результате накопления пыли, содержащей ТМ. Реальные измерения валовых форм ТМ показали относительное (но не достигающее ПДК) превышение концентраций на этих МП Cu, Zn, Zr, Sn, Pb, As.

Имитационные опыты подтвердили наше предположение, поскольку позволили заключить, что добавление пыли, обогащенной ТМ, заметно сказывается на микробиологической активности, вызывая интенсификацию выделения  $\text{CO}_2$ , как в случае измерения скорости базального, так и субстрат-индуцированного дыхания.

Также в результате этих опытов было 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 по уровню 3пыЛ/1 на 5почвы, а лучше 5Л к 5Ч, что трудно представить в натуральных условиях. Поэтому необходимо продолжить поиск более чувствительных индикаторов загрязнения изучаемых почв.

ОЦЕНКА СОСТАВА СОЕДИНЕНИЙ ZN В ЧЕРНОЗЕМАХ  
РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
МЕТОДОВ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО  
ЭКСТРАГИРОВАНИЯ

Т.В. Бауэр, Ю.Д. Хазяева, Д.Г. Невидомская, И.В. Замулина  
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,  
bauertatyana@mail.ru

Целью данной работы является изучение состава соединений Zn в черноземе обыкновенном Ростовской области методами параллельного и последовательного экстрагирования.

Исследования проведены на целинном участке, представленном черноземом обыкновенным тяжелосуглинистым на лессовидных суглинках. В верхнем слое (0–20 см) почвы методом рентген флуоресцентного анализа на приборе «Спектроскан МАКС-GV» исследовано общее содержание Zn. Подвижные формы Zn 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 химических элементов в почве. Для выявления роли почвенных компонентов в связывании металлов был использован метод последовательного фракционирования по схеме Тессьера (Tessier et al., 1979). Данный метод обеспечивает выделение пяти фракций соединений тяжелых металлов: обменные, связанные с карбонатами, гидроксидами Fe, Al и Mn, органическим веществом и силикатами (остаточная фракция). Содержание Zn в вытяжках определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии.

Общее содержание Zn в исследуемой почве (0–20 см) составляет 85 мг/кг, что соответствует фоновому уровню данного элемента для черноземов обыкновенных (Минкина и др., 2009).

Установлена следующая закономерность в распределении Zn по формам соединений, мг/кг: специфически сорбированные ( $10.9 \pm 1.2$ ) > комплексные ( $1.4 \pm 0.1$ ) > обменные ( $0.3 \pm 0.01$ ). Содержание наиболее подвижных обменных форм Zn очень низкое – всего 0.3 мг/кг. Растения в таких условиях могут испытывать недостаточную обеспеченность этим элементом, что может повлиять на их рост и развитие. Низкая подвижность Zn в черноземе обыкновенном объясняется присутствием высокодисперсных мицелярных форм карбонатов в виде «карбонатной плесени». Подвижные формы Zn в основном представлены специфически сорбированными формами. Методом последовательного фракцио-



нирования выявлено, что последние на 17 % представлены соединениями металла с Fe-Mn оксидами (14.2 мг/кг). Содержание Zn во фракции, связанной с органическим веществом, составляет 13 % от общего количества элемента, что связано с низкой способностью Zn образовывать стабильные комплексы типа хелатов. Он преимущественно образует неустойчивые внешнесферные или внутрисферные комплексные соединения (Минкина и др., 2013).

Главной особенностью фракционного состава соединений Zn в исследуемой почве является значительное преобладание остаточной фракции (67 % от общего содержания), характеризующей связь металла с силикатами (56.9 мг/кг).

Таким образом, низкая подвижность в сочетании с высокой долей специфически сорбированных на карбонатах соединений Zn среди их подвижных форм является характерной особенностью черноземов обыкновенных. Zn аккумулируются в почве преимущественно в составе глинистых минералов. Фракционный состав металла показал его тесную связь с Fe-Mn оксидами.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-05-00586А.

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

УДК 631.8:574.2:634.123

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
ТЯЖЁЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОЧВЫ  
В ПРОМЫШЛЕННОМ САДУ ЯБЛОНИ**

**В.В. Бобкова**

**ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт  
садоводства и питомниководства», г. Москва,  
vstisp.agrochem@yandex.ru**

При оценке экологического риска загрязнения продукции растениеводства необходимо учитывать пространственное варьирование содержания в почве поллютантов. В процессе эксплуатации плодового сада формируется садовый агроценоз со специфическим характером пространственной неоднородности свойств почв, зависящим от схемы посадки растений, применяемой технологии возделывания, используемых привойно-подвойных комбинаций, морфологического строения корневых систем деревьев и других факторов. При этом отмечается существенное пространственное (горизонтальное и вертикальное) варьи-

рование содержания тяжёлых металлов (ТМ) в почве под садом. Для оценки загрязнения почвы тяжёлыми металлами, согласно ГОСТ 17.4.3.01-83, отбирают смешанные пробы с площади 1–0.5 га. Мы изучали содержание ТМ в отобранных с различной дискретностью и способами смешивания проб почвы в сильнорослом саду яблони 1980 года посадки, расположенном вблизи Московской кольцевой дороги (МКАД) в Ленинском районе Московской области на дерново-подзолистых суглинистых почвах. Содержание подвижных форм тяжёлых металлов Cd, Zn, Cu и Pb в образцах почвы, взятых на различном расстоянии от МКАД с глубин 20–40, 40–60 см (1 н. HNO<sub>3</sub> вытяжка) определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Спектр 5-4». Отбор проб почвы производился под деревьями, произрастающими на расстояниях 50–2000 м от МКАД. Образцы почвы отбирались тремя способами: 1. в смешанных образцах, отобранных по периферии кроны вдоль ряда; 2. в смешанных образцах, отобранных методом «конверта» по площади проекции кроны отдельных деревьев; 3. в отдельных (не смешанных) образцах, отобранных методом «конверта» по площади проекции кроны отдельных деревьев. Было установлено, что содержание ТМ в почве зависит от удаленности от МКАД, глубины почвы, а также от расположения места взятия образца относительно отдельных деревьев яблони. Из трёх способов при втором способе отбора содержание Cd, Pb, Cu, Zn в смешанных пробах было наименьшим. В смешанных образцах почвы содержание ТМ оставалось в пределах ОДК, в то время как в отдельно взятых точечных образцах почвы при третьем способе отбора для свинца иногда отмечалось превышение ОДК 132.75 мг/кг (табл.).

Таблица. Варьирование содержания тяжёлых металлов в почве сада яблони при различных способах отбора проб.

Глубина, см	Cd		Zn		Cu		Pb	
	1	3	1	3	1	3	1	3
0–20	<u>0.20</u>	<u>0.19</u>	<u>30.8</u>	<u>36.1</u>	<u>24.4</u>	<u>24.6</u>	<u>83.3</u>	<u>102.6</u>
	–	23.1	–	17.1	–	16.9	–	23.7
20–40	<u>0.10</u>	<u>0.03</u>	<u>14.5</u>	<u>14.4</u>	<u>11.2</u>	<u>8.8</u>	<u>50.0</u>	<u>51.9</u>
	–	25.9	–	39.1	–	31.9	–	44.6
40–60	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>5.95</u>	<u>10.5</u>	<u>9.7</u>	<u>8.7</u>	<u>47.4</u>	<u>46.2</u>
	–	0	–	8.8	–	7.9	–	34.3

Примечание: в числителе – содержание ТМ мг/кг; в знаменателе – коэффициент вариации, %; 1 и 3 – способы отбора образцов почвы.

Для получения достоверной информации о характере загрязнения почвы ТМ в плодовом саду необходим анализ множества отдельных точечных проб, отобранных в пределах проекции крон отдельных деревьев-яблони методом «конверта».

Работа рекомендована к.б.н., зав. лабораторно-аналитическим центром агрохимии, почвоведения и агроэкологии С.Н. Коноваловым.

УДК 631.4

ТЕХНОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВ ЛЕСНЫХ ЛУГОВ В  
ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СРЕДНЕУРАЛЬСКОГО  
МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ЗАВОДА

В.О. Болсун

ФГАОУ ВПО «Уральский Федеральный университет имени первого  
Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, bolsunv@bk.ru

Среднеуральский медеплавильный завод (СУМЗ) является одним из крупнейших металлургических заводов Урала. Выбросы этого предприятия в XX столетии достигали 200 тыс. тонн/год. В настоящее время объемы выбросов резко снизились и достигли уровня 2–3 тыс. тонн/год, в основном за счет прекращения выбросов сернистого ангидрида. В этих условиях гипотетически ожидается снижение кислотности химически-загрязненных почв и самоочищение почв от тяжелых металлов, но скорость этих процессов неизвестна. Целью исследований было оценить состояние почв лесных лугов в разных зонах нагрузки СУМЗ и сравнить химические параметры почв в 2000 и 2014 годах.

В ходе работы было заложено и описано 12 полнопрофильных разрезов, отобрано 84 образца почв. Диагностика почв была выполнена по Классификации почв России (Классификация..., 2004) и WRB-2014 (Worldreference..., 2014). Кислоторастворимые формы тяжелых металлов (Cu, Zn, Pb, Cd, Ni) определены методом атомной абсорбции на AAS vario 6 в вытяжках 5 % HNO<sub>3</sub>. Гидролитическая кислотность, рН<sub>вод.</sub>, обменные Ca и Mg определены стандартными методами (Воробьева, 2006).

Вторичные (суходольные) луга расположены в нижних позициях склонов увалов, на выположенных участках рельефа, в фоновой зоне (на расстоянии 17, 26 и 30 км от СУМЗа), в буферной зоне (4 и 7 км от завода), в импактной зоне (1 км от завода). Луга мезофитные, раньше использовались как сенокосы, в настоящее время заброшены. До середины 2000-х годов сенокосение осуществлялось на лугах фоновой и буфер-

ной зон, в импактной зоне луга не обкашиваются с начала 1990-х годов. Площадь лугов 800–4000 м<sup>2</sup>. Диагностика почв показала, что на исследованных участках развиты дерново-подзолистые типичные, глееватые и химически-загрязненные почвы, а также буроземы оподзоленные, проградированные дерновым процессом. Все почвы относятся к группе Retisols.

Химические исследования показали, что в почвах лугов в буферной и импактной зоне наблюдается загрязнение почв медью до 2500 мг/кг в органогенных горизонтах, а также цинком, кадмием и свинцом. Вниз по почвенному профилю содержание металлов закономерно снижается. При этом ПДК (ОДК) и фоновые значения тяжелых металлов превышены в десятки и сотни раз. Суммарный показатель загрязнения Zc свидетельствует о высоко-опасном уровне загрязнения верхних горизонтов почв лугов импактной зоны.

В 2014 г. по мере приближения к заводу происходило снижение содержания обменных оснований в органических и гумусовых горизонтах и рост гидролитической кислотности в органических горизонтах. При этом значимого подкисления или подщелачивания всего почвенного профиля относительно фона не наблюдалось. Внутривершинные распределения свидетельствовали об органо-аккумулятивном характере с элювиально-иллювиальным перераспределением обменных оснований во всех почвах. По степени насыщенности основаниями гумусовых горизонтов все почвы относятся к слабонасыщенным (<80 %). Значимых различий ( $P < 0.05$ )  $pH_{\text{вод}}$  в 2000 и 2014 годах не наблюдается.

Сельскохозяйственная направленность использования почв лугов обуславливает особенности их морфологического строения, химических свойств и техногенной трансформации по сравнению с лесными разновидностями дерново-подзолистых почв и буроземов в зоне воздействия СУМЗа. Динамика основных химических свойств связана с изменениями кислотности и насыщенности почвенного поглощающего комплекса основаниями. Все изменения происходят крайне медленно, наиболее длительный период потребуется для восстановления химических свойств верхних горизонтов почв.

Работа рекомендована к.б.н., с.н.с. ИЭРиЖУрО РАН С.Ю. Кайгородовой.

# ТОКСИЧНОСТЬ И ДЕГРАДАЦИЯ Al-Fe-ГУМУСОВОГО ПОДЗОЛА В УСЛОВИЯХ ПОЛЕВОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ЗАГРЯЗНЕНИЮ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ПЫЛЬЮ

М.С. Бондаренко

ФГБУН Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН,  
г. Санкт-Петербург, MBondarenko@binran.ru

Известно, что металлургические предприятия выбрасывают в атмосферу  $SO_2$  и полиметаллическую пыль, которые осаждаются на поверхность почвы, вызывая ее деградацию. Однако при этом невозможно разделить токсические эффекты газообразных и пылевых ингредиентов выбросов. В связи с этим в 1992 г. в фоновом районе Кольского полуострова были заложены экспериментальные участки в лишайниковом (ПП1) и лишайниково-зеленомошном (ПП2) сосновых лесах. На поверхность снежного покрова ПП1 и ПП2 было внесено 433 и 563 кг полиметаллической пыли, отобранной с электрофильтров цеха рудной электроплавки комбината «Североникель» (г. Мончегорск) в расчете на 1 га.

В 2011–2014 гг. на каждой ПП было заложено по 50 учетных площадок с разной степенью нарушенности напочвенного покрова, на которых были отобраны пробы Al-Fe-гумусового подзола по генетическим горизонтам. В пробах почвы определяли содержание кислоторастворимых форм (вытяжка 1.0 н HCl) Ni, Cu, Co методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии в 2-х повторностях. Математическую обработку данных проводили в программе Statistica 10.0. Результаты приведены в таблице.

Таблица. Средние значения со стандартной ошибкой и интервалы содержания (мг/кг).

Горизонт	Экспериментальные участки					
	ПП1			ПП2		
	Содержание кислоторастворимых форм					
	Ni	Cu	Co	Ni	Cu	Co
O	142±19 (14.4–534)	285±27 (22.1–864)	5.9±0.8 (0.8–24.2)	36.9±2.8 (9.4–114)	210±19 (21.7–616)	3.2±0.2 (1.0–8.1)
A <sub>2</sub>	12.2±3.6 (5.2–29.2)	25.5±10.5 (5.6–74.7)	1.0±0.2 (0.4–1.9)	0.10±0.01 (0.06–0.13)	0.10±0.01 (0.1–0.2)	–
B	0.8±0.1 (0.4–1.2)	2.7±0.8 (0.6–9.9)	0.6±0.1 (0.4–0.9)	0.10±0.01 (0.1–0.1)	0.20±0.01 (0.1–0.2)	0.1±0.001 (0.04–0.07)

Во всех горизонтах почв на ПП1 и ПП2 концентрации исследуемых металлов расположены в убывающем ряду: Cu>Ni>Co (табл.). Максимальное содержание кислоторастворимых форм тяжелых металлов наблюдается в органогенном горизонте, где оно превышает таковое в минеральных горизонтах в 7–1400 раз. Сравнение содержания тяжелых металлов в почвах сосновых лесов разных типов показывает, что их содержание во всех горизонтах на ПП1 превышает таковое на ПП2 в 1.5–255 раз.

Сравнительный анализ толщины подстилки на учетных площадках выявил деградацию органогенного горизонта почвы: в сосняке лишайниковом (ПП1) толщина подстилки на площадках с ненарушенным напочвенным покровом составляла 2.5 см и практически полностью отсутствовала на максимально загрязненных площадках; в сосняке лишайниково-зеленомошном (ПП2) толщина подстилки снижалась от 4.0 см на площадках с ненарушенным покровом до 0.5 см на максимально загрязненных.

В результате сопряженного анализа уровня загрязнения подстилки и состояния напочвенного покрова было установлено, что при суммарном содержании кислоторастворимых форм тяжелых металлов свыше 200 мг/кг наблюдаются нарушения в напочвенном покрове, а при их концентрации более 600 мг/кг мохово-лишайниковый ярус разрушается полностью.

Таким образом, под воздействием полиметаллической пыли происходит разрушение напочвенного покрова сосновых лесов и деградация Al-Fe-гумусовых подзолов.

Работа рекомендована д.б.н., в.н.с. И.В. Лянгузовой.

УДК 631.4

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭРОДИРОВАННОСТИ ТЕРРИТОРИИ ЮЖНОГО ПРИАНГАРЬЯ

И.А. Босколова

Иркутский государственный университет, [irina.bosxolova@mail.ru](mailto:irina.bosxolova@mail.ru)

Деградация почвы в результате эрозии и дефляции почв проявляется в различных формах: смыв, размыв, развевание, перевевание, образование промоин и оврагов, пыльные бури и др. Эти явления охватывают огромные площади во всем мире. Водной эрозии подвержены 31 %, а ветровой – 34 % суши. В Мировой океан ежегодно смывается до 60 млрд. т почвенного материала. Особенно сильно смыв возрос в последние десятилетия в связи с интенсивной распашкой пригодных для земледелия почв.

В нашей стране 58 % земельного фонда находится в холодном поясе, где земледелие практически невозможно из-за недостатка тепла, 15 % площади занимают пустыни и полупустыни. Таким образом, лишь не более четверти территории страны имеет благоприятные условия для выращивания сельскохозяйственных культур. Но именно эти земли утрачивают плодородие и разрушаются под действием эрозии и дефляции почв.

На территории Южного Приангарья процессы эрозии отличаются следующими специфическими чертами. Значительная часть территории, подверженная размыву, приходится на площади, охваченные приводораздельными и террасовыми промоинами.

1. Приводораздельные промоины резко отличаются от других форм линейной эрозии не только особенностями роста (рост их в длину осуществляется концевым размывом), но и тем, что они не переходят в овражную стадию. Внешне они напоминают формы эрозии, характерные для засушливых областей. Развиваются они почти исключительно на склонах столовообразных водоразделов.

2. Оврагообразование имеет локальное распространение и приурочено в основном к наиболее глубоко расчлененной части территории с рыхлыми отложениями.

3. Размывы склонов и берегов гидрографической сети менее выражены на склонах теневой экспозиции. Это объясняется тем, что склоны северной (теновой) экспозиции более пологие по сравнению с южными, а, кроме того, наличие на них бугристо – западного микро-рельефа ослабляет поверхностный сток.

4. Происхождение линейных форм эрозии связано с обезлесением территории, увеличением распаханности ее без соблюдения каких – либо почвозащитных мероприятий, неурегулированным выпасом скота на крупных склонах и прокладкой дорожной сети на них без принятия мер для предупреждения их размыва.

Кроме этого в последнее время в Южном Приангарье усилились процессы дефляции. В Иркутском районе дефлируемых почв – 32.4 %, в Усольском – 9.4 %, Черемховском – 48.6 %, в Аларском – 68.4 %.

Для прогнозирования дефляционной опасности важно определить степень устойчивости почв к выдуванию, для того, чтобы можно было планировать комплекс почвозащитных мероприятий.

Почвенный покров Приангарья в основном представлен дерново-карбонатными, серыми и темно-серыми лесными почвами, черноземами обыкновенными и выщелоченными, а также дерново-подзолистыми

почвами, которые широко используются в земледелии. В условиях расчлененного рельефа, они подвержены значительному смыву.

Работа рекомендована ст. преподавателем кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ Н.Д. Киселевой.

УДК 631.10

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРЕСС-САЛАТА  
(*LEPIDIUM SATIVUM*) И РЕДЬКИ ПОСЕВНОЙ (*RAPHANUS SATIVUS*)  
КАК ТЕСТ-КУЛЬТУРЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ БИОУГЛЕЙ

Г.М. Валиева, Л.Р. Шакирзянова  
Казанский (Приволжский) федеральный  
университет, gulsya.valieva@yandex.ru

В настоящее время возрастает интерес к использованию биоуглей (biochar), получаемых пиролизной переработкой растительных остатков различного происхождения как мелиорантов, перспективных для внесения в почвы. Во многих работах показано, что внесение биоугля приводит к улучшению химических, физико-химических и физических свойств почв, что в совокупности влияет на устойчивое увеличение урожайности сельскохозяйственных культур в длительной перспективе. Однако имеются данные, которые показывают, что биоугли могут влиять на первоначальное краткосрочное снижение урожайности сельскохозяйственных культур. Поэтому для объективной оценки характера влияния биоуглей необходимо наряду с применением полевых и вегетационных методов использовать методы фитотестирования. Цель работы – оценка воздействия биоуглей на рост и развитие кресс-салата (*Lepidium sativum*) и редьки посевной (*Raphanus sativus*) с оценкой перспектив их использования как тест-культуры. Кресс-салат используется традиционно как тест-культура для оценки нефтяного загрязнения, редька посевная – для оценки токсичности пестицидов.

Объектами исследований служили серая лесная почва и образцы биоуглей, приготовленные из остатков древесной породы (липы) при трех температурах пиролиза: 250, 450 и 650 °С в концентрациях 0.5 % и 3.0 %.

В результате проведенного исследования было показано, что добавление биоугля ингибирует прорастание семян кресс-салата, вызывая значительное снижение их всхожести по сравнению с контролем (почва без биоугля) независимо от исходной концентрации вносимых биоуглей. Максимальное негативное влияние было характерно для биоугля,



полученного технологией низкотемпературного пиролиза (250 °С). Выявлено заметное влияние внесенного биоугля в концентрации 3 % от веса почвы на длину проростков, которое максимально проявлялось для культуры кресс-салата, тогда как влияние внесения биоугля в той же концентрации на всхожесть и прорастание семян редьки посевной и длину их проростков достоверно обнаружено не было. В результате обработки полученных данных в ходе экспериментов по фитотоксичности наблюдается статистически значимое снижение всхожести семян кресс-салата, что может свидетельствовать о выраженном токсичном влиянии биоуглей, приготовленных в различных температурных режимах пиролиза. Также выявлено статистически значимое негативное влияние типа биоугля на вес всходов культуры кресс-салата. Тогда как влияние биоуглей в концентрациях 0.5 % и 3.0 % на всхожесть и развитие культуры редьки посевной не является статистически значимым. Показано, что семена кресс-салата более отзывчивы на влияние биоуглей, чем семена редьки посевной.

Можно сделать вывод, что применение семян кресс-салата в качестве основной тест-культуры для оценки фитотоксичности и проведения ростовых экспериментов с биоуглем более предпочтительно, чем использование семян редьки посевной.

Работа рекомендована к.б.н, доц. Е.В. Смирновой и к.б.н., доц. К.Г. Гиниятуллиним.

УДК 631.436

## МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВ К ЗАГРЯЗНЕНИЮ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

М.Б. Воронов, С.Ю. Бакоев

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,  
voronovmb95@mail.ru

Задачей данной работы была разработка методики оценки устойчивости почв к загрязнению тяжелыми металлами (ТМ) на основе нелинейной математической модели. Модель позволяет оценивать устойчивость почв к техногенным нагрузкам, под которой понимается стабильное равновесие между содержанием прочно и непрочно связанных соединений ТМ. В этом случае почвы способны ограничивать негативное воздействие поллютантов на почвенную биоту, растения и другие компоненты ландшафта.

Основу модели составляют балансовые отношения между поступлением, поглощением, трансформацией различных форм ТМ в почве и их транслокацией в растения, дополненные эмпирическими зависимостями для описания их приходных и расходных составляющих. Значимыми элементами модели являются показатели интенсивности поглощения ТМ почвами и показатели интенсивности трансформации поглощенных металлов. Последний показатель характеризует соотношение групп прочно связанных и непрочно связанных соединений ТМ в почве и определяет экологическое состояние загрязненной почвы.

Модель представлена в виде системы дифференциальных уравнений 1-го порядка:

$$\begin{cases} \frac{dY_1}{dt} = \frac{\alpha_1 \cdot a \cdot S_\infty \cdot k \cdot Y_1}{a \cdot Y_1 + S_\infty} - \frac{\alpha_2 \cdot S_\infty}{S_\infty + Y_2} \cdot Y_1 - d \cdot Y_1 \\ \frac{dY_2}{dt} = \frac{\alpha_2 \cdot S_\infty}{S_\infty + Y_2} \cdot Y_1 \end{cases}$$

где  $Y_1$  – количество непрочно связанных соединений ТМ в почве (мг/кг),  $Y_2$  – количество прочно связанных соединений ТМ в почве (мг/кг),  $t$  – время, год;  $k$  – показатель сродства ТМ с поверхностью почвенных частиц, л/мМ;  $S_\infty$  – максимальная адсорбционная емкость почвы по отношению к ТМ, мМ/100 г;  $a$  – коэффициент эффективности адсорбции (год<sup>-1</sup>),  $\alpha_1$  – коэффициент скорости поступления ТМ (мг/кг в год),  $\alpha_2$  – коэффициент эффективности трансформации (год<sup>-1</sup>),  $d$  – суммарный коэффициент выноса ТМ из почвы (год<sup>-1</sup>).

Для апробации разработанной модели использованы материалы многолетнего (2000–2014 гг.) почвенно-экологического мониторинга в зоне влияния Новочеркасской ГРЭС (Minkina et al., 2009, 2013; Mandzhieva et al., 2012), которая расположена в 7 км на юго-запад от г. Новочеркаска и является основным источником загрязнения окружающей среды не только г. Новочеркаска, но и всей Ростовской области. На основе данной модели установлено снижение устойчивости почв в зоне влияния Новочеркасской ГРЭС по мере приближения к источнику загрязнения в направлении преобладающего направления ветров.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ, проект № 5.885.2014/К.

Работа рекомендована к.м.н., доц. Н.В. Курбатовой.

ДЕГРАДАЦИЯ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА  
ЛАНДШАФТОВ ПРИ СЖИГАНИИ ПОПУТНОГО  
НЕФТЯНОГО ГАЗА

А.И. Васиуллина

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
г. Москва, 13anastacie@gmail.com

На сегодняшний день сжигание попутного нефтяного газа (ПНГ) является самым ярким примером нерационального использования природных ресурсов. В России, как в стране-лидере по объемам сжигаемого ПНГ, данная проблема стоит особенно остро. Помимо этого, сжигание ПНГ оказывает негативное влияние на окружающую среду, поскольку является источником трансформации всех компонентов ландшафта.

Расстояния, характерные для различных зон влияния факелов нефтяных месторождений и проявления данного воздействия, сильно варьируют от различных факторов, таких как направления преобладающих ветров, мощности факелов и других.

По характеру воздействия факелов сжигания ПНГ можно выделить 4 зоны по мере удаления от факела, каждая из которых характеризуется особенностями нарушения естественных процессов (табл.).

Основными химическими соединениями, поступающими в почву при сжигании ПНГ, являются кислоты, углеводороды, тяжелые металлы. Значение рН, влажность почв и содержание макрокомпонентов увеличиваются при удалении от факела, а температура почв, содержание тяжелых металлов и ПАУ уменьшаются.

При снижении рН почв происходит трансформация ППК, что влечет слабый процесс диссоциации почвенных коллоидов, из-за чего ухудшается структура почвенных агрегатов. Ненасыщенность ППК основаниями увеличивается. При увеличении кислотности происходит связывание фосфатов, что ведет к снижению плодородия почв. Негативное воздействие оказывают высвободившиеся токсичные тяжелые металлы, в первую очередь, такие как Al, Cd, Hg, Pb.

Темпы процессов гумификации и минерализации органического вещества снижаются, из-за чего количество гумуса уменьшается, его состав становится более грубым, соотношение гуминовых кислот к фульвокислотам уменьшается.

Работа рекомендована с.н.с., к.г.н. Т.А. Пузановой.

Таблица. Зоны воздействия факельных установок на лесные ландшафты.

Зона	интенсивной нагрузки	умеренной нагрузки	низкой нагрузки	остаточного воздействия (фоновая)
Удаление от факела, м	0–200 (300)	200 (300)– 600 (1000)	600 (1000)– 1200 (4000)	1200 (4000)– 10000 км и более
Воздействие	механическое, термическое, химическое, шумовое	термическое, химическое	остаточное химическое	остаточное
Следствие	практически полное уничтожение почвенного и растительного покрова, почвенного банка семян; битумизация, дегумификация и подкисление верхних горизонтов почвы; сокращение численности популяций и биоразнообразия; загрязнение тяжелыми металлами и ПАУ воздуха, почв, грунтовых вод.	угнетение и (или) гибель растительного покрова, процессы дефолиации; интенсивная сорбция продуктов сгорания в почвах и осаждение их на поверхности растительности; трансформация почвенных процессов; исчезновения большей части микроорганизмов; максимальное содержание грубого гумуса; загрязнение аквальных ландшафтов.	нарушение биохимических процессов в растительности (фотосинтеза, синтеза белка, азотного обмена); преобладание устойчивых ПАУ; слабое нарушение почвенных процессов.	редкие изменения естественных процессов в экосистемах; остаточное накопление продуктов сжигания; присутствие устойчивых ПАУ (в том числе канцерогенных).

ПОДБОР И АНАЛИЗ КРИВЫХ ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ  
СПОСОБНОСТИ ПОЧВ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ RETC

Е.А. Верещагина

Санкт-Петербургское отделение Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки Института геоэкологии  
им. Е.М. Сергеева Российской академии наук (СПБО ИГЭ РАН),  
ea.grigorieva@gmail.com

Инфильтрация как комплексный процесс, зависящий от свойств почвы и выпадающих осадков, начальных и граничных условий формирования стока, является ключевым процессом с точки зрения гидрологии, сельского хозяйства, планирования мелиоративных мероприятий, проблем охраны и рационального использования природных ресурсов. Процесс инфильтрации и движения влаги в ненасыщенной почве определяется, прежде всего, давлением влаги в порах и обусловлен сложной совокупностью структурно-функциональных (физических и гидрофизических) свойств почвы, главными из которых являются функция влагопроводности и основная гидрофизическая характеристика (ОГХ). ОГХ определяет поведение влаги в почве, интенсивность увлажнения или высыхания, возможное направление и скорость передвижения влаги между компонентами системы «почва-растение-атмосфера».

ОГХ является количественной характеристикой водоудерживающей способности почвы капиллярно-сорбционными силами и лежит в основе математических моделей, позволяющих прогнозировать водный режим почв.

На современном этапе развития почвоведения экспериментальное получение ОГХ почв является достаточно трудоемким и дорогостоящим, что не позволяет проводить масштабные исследования. Для решения этой задачи актуальна разработка и использование различных подходов и расчетов восстановления ОГХ по совокупности традиционно определяемых базовых свойств образцов почв (гранулометрический состав, плотность, пористость и пр.).

Разработан ряд программ восстановления ОГХ по имеющимся у исследователей базовым данным о физических свойствах почв:

- RETC (<http://www.pc-progress.com/en/Default.aspx?retc>);
- CurveExpert (<http://www.curveexpert.net/>);
- SWRC Fit (<http://swrcfit.sourceforge.net/>).

Все эти программы имеют открытый доступ для установки и использования. Наиболее часто в исследованиях применяется программа

RETC, так как она взаимосвязана с программой Hydrus и принадлежит известному разработчику программного обеспечения в области моделирования движения воды и растворенных элементов в насыщенных и ненасыщенных грунтах – компании PC-Progress (Чехия).

RETC – компьютерная программа, предназначенная для анализа кривых водоудерживающей способности почв и влагопроводности для ненасыщенных грунтов. Вышеуказанные параметры являются ключевыми для численной оценки движения воды в ненасыщенной почве. Программа использует параметрические модели:

1. Брукса-Корея (Brooks-Corey) (1964),

2. Ван-Генухтена (van Genuchten) (1990) – чаще всего употребляемая модель,

3. Модель логнормального распределения Косуги (the lognormal distribution model of Kosugi) (1996),

4. Модель двойной проницаемости Дурнера (the dual-permeability model of Durner) (1994).

Приведенные численные решения используются в современном программном обеспечении, что позволяет эффективно прогнозировать объем и скорость инфильтрации, а также перенос загрязняющих веществ и засоление почв.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 16-35-00216 мол\_а.

Работа рекомендована к.б.н., доцентом О.В. Романовым.

УДК 631.10

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОЗОНАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ  
ДАННЫХ ДЛЯ ДЕШИФРИРОВАНИЯ ЗАСОЛЕННОСТИ ПОЧВ  
ОРОШАЕМЫХ МАССИВОВ  
(НА ПРИМЕРЕ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА)

Б.С. Габдуллин

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,  
b.s.gabdullin@mail.ru

Засоление почв является существенным фактором, ограничивающим развитие сельского хозяйства. Следствием его проявления являются значительное снижение урожая, его качества, выведение полей из использования. Наиболее перспективными методами изучения процесса является разработка автоматизированных методов дешифрирования засоления почв.

В качестве объекта исследования был выбран Арысь-Туркестанский массив орошения, расположенный на юго-западной части полого-наклонной равнины хребта Каратау в Южно-Казахстанской области. Построение карт засоления почв изучаемого массива проводили на основе регрессионного анализа: составляли уравнения регрессий между данными космической съемки (KazEOSat-1) и электропроводностью объектов.

Первый этап исследования заключался в дешифрировании и разделении полей с разными культурами с помощью автоматической классификации с обучением методом «максимального правдоподобия». Были подобраны снимки Landsat 8 за периоды, в которых наблюдается наибольшее различие в яркости пикселей для полей с известными культурами, полученными во время полевых исследований. Дешифрирование культур в первом районе было проведено на основе снимка Landsat 8 за 186 день 2015 года, во втором – за 218 день 2015 года.

На втором этапе исследования проводили регрессионный анализ. В анализе использовали следующие предикторы: спектральные каналы спутника, вегетационные индексы, соотношения каналов спутника. Для начала с помощью ГИС ILWIS 3.4 было произведено извлечение значений яркости пикселей всех спектральных каналов снимков KazEOSat-1. Затем рассчитаны спектральные индексы и значения соотношений яркостей пикселей. Регрессии строили в программе Statistica v6.0 отдельно для каждой из культур (кукуруза и хлопок) для разных глубин (0–20, 20–50, 50–100 см). Выборки для культур: кукуруза – 41, хлопок – 33. Использовался алгоритм пошагового регрессионного анализа с включением новых переменных. Модели с высокими коэффициентами детерминации вводились в ГИС и по ним строили карты засоления.

Наиболее достоверная модель с коэффициентом детерминации 0.3 была получена для полей с кукурузой (для глубины 50–100 см). Остальные модели характеризуются меньшей достоверностью по разным причинам: выбор съемки с учетом специфики фенологического развития культур и планирование полевых работ на территории исследования с учетом полученных дистанционных данных позволит получить более надежные регрессионные модели.

Работа рекомендована к.г.н., старшим преподавателем Д. Л. Головановым.

СОДЕРЖАНИЕ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В РАСТЕНИЯХ В УСЛОВИЯХ  
МОДЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

А.В. Гимп, С.Н. Сушкова, А.А. Нефёдова, И.Г. Тюрина  
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,  
svetlana.sushkova.sfedu@gmail.com;

К группе полициклических ароматических углеводородов относятся сотни химических веществ. Одним из их представителей является бенз(а)пирен (БаП), который относится к первому классу опасности и подлежит контролю во всем мире и во всех природных средах.

Цель работы – изучить содержание бенз(а)пирена в растениях в условиях модельного эксперимента.

Объекты и методы исследований. Опыт был заложен в мае 2013 г. Исследуемая почва – чернозем обыкновенный карбонатный средне-мощный малогумусный тяжелосуглинистый на лессовидных суглинках, целинный участок почвенного природного заповедника «Персиановский». Образцы почвы подвергали предварительной пробоподготовке: 2 кг воздушно-сухой почвы помещали в специальные тарированные вегетационные сосуды общей емкостью 4 л. Рассчитанную дозу бенз(а)пирена растворяли в 100 мл ацетонитрила, затем полученный раствор приливали к 600 мл бидистиллированной воды и вносили в почву. Повторность опыта – трехкратная.

Внесение бенз(а)пирена в сосуды проводили по следующей схеме: Контроль; Ацетонитрил; 1 ПДК; 10 ПДК; 20 ПДК; 40 ПДК. ПДК бенз(а)пирена в почве составляет 20 нг/г. Тест-культура – ячмень яровой сорта «Одесский-100». Высев растений производили в 2014 г. в первой половине апреля на глубину 5 см в количестве 30 зерен на сосуд.

Результаты опыта. Содержание БаП в контрольных образцах почвы меньше ПДК на 35 %. С увеличением содержания БаП в почве увеличивалось его содержание в растениях. Так при внесении 400 нг/г в почву содержание его в ячмене составило 32 нг/г, что превышает показатели на варианте с контролем на 85 %. Самое высокое содержание БаП как в почве, так и в растениях наблюдали на варианте с концентрацией 800 нг/г.

С увеличением содержания БаП в почве вынос его растениями возрастает. Накопление поллютанта в растениях привело к ухудшению морфобиометрических показателей ячменя: наблюдали снижение высоты колоса и стебля на 15–25 %.

Работа выполнена при поддержке Гранта Президента РФ № МК-6827.2015.4, РФФИ № 16.35.60051, 15-35-21134.

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



ВЛИЯНИЕ РЕАКЦИИ СРЕДЫ НА ПРОТЕАЗНУЮ АКТИВНОСТЬ  
ПОЧВ И БИОПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ

М.А. Ерощева

Тульский государственный университет, m.yerosheva@gmail.com

Производство машиностроительной, химической и металлургической продукции составляет большую часть всей промышленной продукции Тульской области, что в определённой мере влияет на экологическое состояние региона. Актуальность работы определяется спецификой региона, который испытывает влияние как первичных кислотных загрязнителей, так и продуктов их тропосферных трансформаций. Количественные характеристики активности почвенных ферментов рассматриваются как важнейший индикатор экологического состояния почвенного покрова. Необходимость их изучения связана с вопросами сохранения и повышения плодородия почв. Прежде всего, интерес представляет деятельность протеолитических ферментов (протеаз), которые, осуществляя начальный этап превращения белковых соединений, играют главную роль в метаболизме азота в почве. Целью данной работы явилось исследование количественных закономерностей влияния кислотных дождей на протеазную активность почв, а также количественное подтверждение фитотоксичности кислотных дождей.

В ходе модельного эксперимента выполнены аппликационные и титриметрические исследования протеазной активности почвы в присутствии серной и азотной кислот. Диапазон концентраций исследуемых кислот: от  $1 \cdot 10^{-6}$  н до 1.0 н. Установлены пределы поступления кислот в почву, превышение которых блокирует деятельность почвенных ферментов.

Серная кислота оказывает угнетающее действие на протеазную активность почвы, которое проявляется, начиная с концентрации серной кислоты  $1 \cdot 10^{-4}$  н. В случае азотной кислоты негативный эффект воздействия меньше, а при концентрации  $1 \cdot 10^{-3}$  н и  $1 \cdot 10^{-2}$  н происходит некоторое увеличение относительной протеазной активности по сравнению с более низкими концентрациями. Это может быть обусловлено тем, что в незначительных концентрациях кислотность нейтрализуется почвенным поглощающим комплексом, а нитрат-ионы являются азотным питанием для микроорганизмов. Показано, при концентрации 1.0 н снижение относительной протеазной активности происходит до 40 %, причём процент снижения примерно равен для серной и азотной кислот и, по видимому, не связан с природой кислоты.

При изучении влияния кислотных дождей на рост и развитие растений в качестве объекта используется кресс-салат. В число фиксируемых в ходе эксперимента характеристик включены общая масса растений, а также подсчет проростков и описание их внешнего вида. Проведены исследования по влиянию серной и азотной кислот на рост и развитие растений кресс-салата в почве в диапазоне концентраций от  $1 \cdot 10^{-6}$  н до 1.0 н.

Добавление кислот указанной концентрации в почву показывает, что здесь происходит снижение негативного влияния кислот, которые нейтрализуются почвенным поглощающим комплексом. Для азотной кислоты гибель растений происходит при концентрации  $2 \cdot 10^{-1}$  н, серной  $5 \cdot 10^{-1}$  н. Аналогично идет снижение биомассы растений, которое более существенно при добавлении азотной кислоты. Незначительное влияние оказывает природа кислоты на всхожесть семян. Серная кислота ( $1 \cdot 10^{-3}$  н) снижает ее до 88.6 %. В присутствии азотной кислоты тех же концентраций всхожесть практически не меняется и составляет 100 %.

Работа рекомендована к.х.н., доцентом Л.Н. Савиновой.

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОГО НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ШЛАКОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Е.О. Карпов

СПбГАУ, г Пушкин, [karповegor27@yandex.ru](mailto:karповegor27@yandex.ru)

Одним из наиболее опасных источников загрязнения природной среды являются техногенные минеральные образования, формирующиеся в результате промышленной деятельности человека. Ежегодно мировая промышленность извлекает из недр Земли около 10 миллиардов тонн твердых веществ, 70 % которых впоследствии становятся отходами при производстве промышленной продукции. Расчёты показывают, что на территории России и стран СНГ запасы шлаковых отвалов достигают более 500 млн. тонн.

Основная масса техногенных минеральных образований формируется в районах с развитой горноперерабатывающей и добывающей промышленностью. Одним из таких районов является город Карабаш Челябинской области, где в результате деятельности медеплавильного комбината ЗАО «КарабашМедь», формируется огромное количество твёрдых отходов, складывающихся в отвалы металлургических шлаков. Общее количество медных шлаков составляет 20 млн. тонн. Шлаковые

отвалы создают экологические проблемы, связанные с отчуждением земельных отводов, запыленностью, процессами естественного выщелачивания.

Целью данной работы является: моделирование процесса гидрогенного загрязнения окружающей среды от техногенных минеральных образований.

Для определения уровня загрязнения окружающей среды от металлургического шлака был моделирован процесс гидролиза отвальной массы, результаты которого, за 182 дня исследования, представлены в табл.

Таблица. Результаты химического анализа гидролиза отвальной массы.

Конц. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	pH	Выход исследуемых компонентов из 267 г шлака, содержание в мг.					
		Ca	Mg	Fe	Pb	Cd	Cu
0.1 н	3.7	530.27	451.89	212.80	0.84	0.06	2.78
0.01 н	4.1	148.29	319.08	17.819	0.47	0.03	4.71
0.001 н	4.6	64.26	48.59	0.40	0.12	0.02	5.25
0.0001 н	5.4	34.04	23.81	0	0.11	0.02	0.62

На растворимость веществ, прямое влияние имеет значение энергии Гиббса ( $\Delta G^{\circ}_{f_{298,15}}$ ). Численное значение  $\Delta G$  показывает, как глубоко идет процесс растворения: чем отрицательнее  $\Delta G$ , тем образуются более устойчивые соединения. Следовательно, можно связать энергию Гиббса и интенсивность выщелачивания элементов из шлака. Так, в процессе гидролиза отвальной массы наблюдается наибольший выход кальция (в 0.1 н растворе 530.266 мг), значение  $\Delta G^{\circ}_{f_{298,15}}$  для силиката кальция составляет:  $-1543.937$  кДж/моль. Значение  $\Delta G^{\circ}_{f_{298,15}}$  для силикатов магния, железа, меди, кадмия и свинца соответственно равны:  $-1462.098$ ;  $-1117.546$ ;  $-1112.245$ ;  $-1106.253$ ;  $-1053.259$  кДж/моль. Выход магния, железа, меди, кадмия и свинца соответственно обратно пропорционален увеличению энергии Гиббса: 451.889 мг; 212.8 мг; 2.779 мг; 0.05974 мг и 0.83666 мг.

В созданной моделично наблюдаемый выход потенциально опасных соединений из шлака вполне может соответствовать реальному загрязнению окружающих экосистем. Необходимо более детально исследовать данную проблему для выявления возможных путей реабилитации районов с развитой горноперерабатывающей и добывающей промышленностью.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доцентом М.В. Шабановым.

СОВРЕМЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ НАКОПЛЕНИЯ ЦЕЗИЯ-137 В  
АГРОЧЕРНОЗЕМАХ И РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТАХ  
ЗЛАКОВО-БОБОВОЙ ТРАВΟΣМЕСИ НА ТЕРРИТОРИИ  
ПЛАВСКОГО РАДИОАКТИВНОГО ПЯТНА

О.Л. Комиссарова

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
komissarova-olga93@yandex.ru

В настоящее время изучение поведения радиоактивных элементов в наземных экосистемах является одним из приоритетных направлений в радиоэкологии. Так, в результате аварии, произошедшей на Чернобыльской АЭС, пострадали обширные территории Европейской части России. В пределах черноземной зоны один из наиболее выраженных ореолов радиоактивного загрязнения образовался в Тульской области и получил название «Плавское радиоактивное пятно» с плотностью радиоактивного загрязнения почв в 1986–87 гг. 185–555 кБк/м<sup>2</sup>. В отдаленный период после аварии на ЧАЭС на данной территории остается актуальной проблема миграции <sup>137</sup>Cs в наземных экосистемах (в особенности агрогенных), поскольку плодородные почвы продолжают интенсивно использоваться в сельском хозяйстве, что приводит к распространению радионуклида по пищевым цепочкам, конечным потребителем которых является человек.

Для изучения биогеохимического поведения <sup>137</sup>Cs, а также выявления влияния биологических особенностей растений агрофитоценозов на его корневое потребление была выбрана площадка в пределах пахотного угодья водораздельного участка центральной части Плавского радиоактивного пятна, на которой выращивалась травосмесь, состоявшая из козлятника восточного (*Galega orientalis*, сем. Бобовые) и костреца безостого (*Bromus inermis*, сем. Злаковые). На исследуемой площадке были отобраны 30-см монолиты почвы, образцы надземной и подземной частей растительности с последующим разделением по видам растительности.

В результате исследования установлено, что средняя плотность радиоактивного загрязнения агрочернозема <sup>137</sup>Cs составила в настоящее время 138±32 кБк/м<sup>2</sup> (372±79 Бк/кг), что превысило предельно допустимый уровень радиоактивного загрязнения, равный 37 кБк/м<sup>2</sup>, в 4 раза. В то же время, удельная активность <sup>137</sup>Cs в козлятниково-кострецовой травосмеси соответствовала нормам, установленным СанПиН 2.3.2.1078-01, и составляла 14±8 Бк/кг. При этом накопление <sup>137</sup>Cs в общей биомассе козлятника было в целом меньше (7±4 Бк/кг), чем накопление радионуклида в биомассе костреца (24±13 Бк/кг).

Для выявления различий корневого потребления  $^{137}\text{Cs}$  козлятником и кострцом использовался коэффициент накопления (КН), рассчитываемый как соотношение величин удельной активности радионуклида в растительности и в почве. Для всех компонентов и органов растительности значения КН составляли  $<1$ , что свидетельствовало об общей дискриминации корневого потребления  $^{137}\text{Cs}$  из почв. Сравнительно повышенный КН характерен для корней кострца (0.11), в то время как КН для надземной части кострца в 2 раза меньше и составлял 0.05. Для козлятника же КН в надземной части несколько выше (0.02), чем КН в подземной части (0.01). Таким образом, были выявлены особенности биогеохимического цикла радионуклида для разных классов растений: аккумуляция  $^{137}\text{Cs}$  в корнях злаков с мочковатой корневой системой выше, чем в надземной части этих растений, а для бобовых культур со стержневой корневой системой отмечается обратный тренд.

В итоге, несмотря на плотность радиоактивного загрязнения почвы, превышающую допустимый уровень, оценка распределения  $^{137}\text{Cs}$  в системе «почва–растение» показала, что основной запас радиоцезия сосредоточен в почве, в травосмесь же переходит всего 0.01 % от общего запаса данного радионуклида, что свидетельствует о низком потреблении  $^{137}\text{Cs}$  растительностью.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ № 14-05-00903.

Работа рекомендована старшим преподавателем, к.б.н. Т.А. Парамоновой.

УДК 631.10

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЯВЛЕНИЙ ОПУСТЫНИВАНИЯ ПО СУБЪЕКТАМ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Д.Д. Кошелева

Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова,  
факультет почвоведения, кафедра географии почв  
koshadasheleva@gmail.com

Проблема опустынивания многогранна, и связана не только с сугубо экологическими, но и во многом с экономико-социальными причинами и следствиями деградации земель, снижения и потери их биологической и экономической продуктивности. В результате опустынивания создается много социальных и демографических проблем не только в очагах опустынивания, но и на прилегающих территориях. Деградация почв на

засушливых землях часто создает условия, схожие с пустынными. Дегра-  
дация почвы происходит везде, но если она происходит на засушливых  
территориях, ее определяют как опустынивание (UNCCD, 2010).

Проблема опустынивания актуальна и для Российской Федера-  
ции. 28 субъектов Российской Федерации испытывают риск или акту-  
альные процессы опустынивания. Тем не менее, единственная карта  
опустынивания Российской Федерации была составлена в 1999 г. и тре-  
бует актуализации. С данной целью, было проведено анкетирование по  
проблемам опустынивания по регионам Российской Федерации. Далее  
была проведена цифровая обработка карты опустынивания РФ с состав-  
лением индивидуальных таблиц и карт по проявлениям опустынивания  
для каждого из подверженных субъектов России (методом наложения  
административной карты на карту опустынивания РФ).

В ходе работы были получены следующие результаты. В четырех  
регионах (Ставропольский край, Республика Калмыкия, Волгоградская  
область, Ростовская область) площадь, охваченная процессами опусты-  
нивания, составляет более 90 %. В 14 регионах, процессы опустынива-  
ния охватывают более 50 % от площади субъекта. Из актуальных про-  
цессов опустынивания: водная эрозия отмечается в крайней степени  
проявления – очень сильной – в 12 рассматриваемых регионах  
(48810 км<sup>2</sup>). В наибольшей степени подверженным водной эрозии явля-  
ется Воронежская область. В наибольшей степени охваченной дефляци-  
онными процессами, является Республика Калмыкия – 41 % от площади  
республики (29786 км<sup>2</sup>). Вместе с тем, наибольшие площади охвачен-  
ные дефляцией среди регионов РФ отмечены в Оренбургской области –  
37435 км<sup>2</sup>. Территорией, в наибольшей степени, охваченной процессами  
засоления, является Республика Калмыкия – 26 % от площади  
(18785 км<sup>2</sup>). Территорией, в наибольшей степени, охваченной процессами  
осолонцевания, является Ставропольский край – 28 % от площади  
(18399 км<sup>2</sup>). Вместе с тем, наибольшие площади, охваченные осолонце-  
ванием среди субъектов Федерации, отмечены в Волгоградской области  
– 29269 км<sup>2</sup>. Потенциальным процессам опустынивания на территории  
России подвержено в Ростовской области – 10 % от площади  
(10364 км<sup>2</sup>) опасности водной эрозии опасность развития дефляционных  
процессов в наибольшей степени испытывает – Алтайский край – 12 %  
(20431 км<sup>2</sup>), опасность развития процессов засоления в наибольшей сте-  
пени испытывает Краснодарский край – 5 % (4789 км<sup>2</sup>) опасность разви-  
тия процессов осолонцевания в наибольшей степени испытывает Ново-  
сибирская область – 13 % (23264 км<sup>2</sup>) от площади.

Работа рекомендована к.б.н., доцентом О.В. Андреевой.

АГРОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА  
ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Н.И. Лозбенев

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
nlozbenev@mail.ru

С XVIII в. лесостепные ландшафты Курской области активно включены в сельскохозяйственный оборот. За это время все компоненты подверглись значительному изменению. Коренная растительность сведена, микрорельеф трансформирован, почвенный покров деградирует. Трансформация ландшафтов затрагивает как их структуру, через изменение структуры почвенного покрова, микрорельефа, почвенных свойств, так и функционирование через изменение вертикальных и латеральных потоков в ландшафте. Для проведения корректной оценки степени агрогенного воздействия на почвенный покров необходимо детальное сравнение целинных и пахотных ландшафтных аналогов. Поэтому целью данной работы является крупномасштабное картирование структуры почвенного покрова, почвенных свойств на целине и пашне для последующего их сравнения. В качестве пахотных участков были взяты: плакорное опытное поле в Курском НИИ Агропромышленного производства и склоновые участки недалеко от него. Целинными аналогами выступают плакорный участок «Метеоплощадка» в Стрелецкой степи Центрально-черноземного заповедника и участок склона южной экспозиции в том же кластере заповедника. На ключевых участках проведена детальная топографическая съемка с помощью системы дифференцированного позиционирования, выявившая ложбинно-западинный микрорельеф, характерный для целинных земель, и трансформированный механической эрозией рельеф пашни. Опираясь на микрорельеф, были заложены точки бурения с описанием границ горизонтов и глубины вскипания, произведен отбор проб по методу Качинского по слоям 0–10, 10–20, 30–40, 50–60, 70–80 и 90–100 см. Для них определены объемный вес и содержание гумуса. Структура почвенного покрова целинных участков отличается большой сложностью. На небольших по площади участках на целине формируются черноземы типичные, типичные карбонатные, выщелоченные и лугово-черноземные почвы. Каждый и подтипов имеет достоверную приуроченность к микрорельефу с соответствующими локальными и бассейновыми морфометрическими характеристиками ( $R^2 = 0.65–0.72$ ). Картирование почв на целине и пашне проводилось методом линейного дискриминантного анализа. Глубина

вскипания вторичных карбонатов также варьирует в связи с микрорельефом ( $R^2 = 0.73-0.83$ ) от 30 см до 700 см на междуречье и от 0 до 400 см на склоновом участке. Картирование глубины карбонатов проводилось с помощью линейного регрессионного анализа. Запасы гумуса также широко варьируют на исследуемых участках: от 450 до 780 т/га на междуречном участке. Аналогичные исследования на пахотных участках выявили уплотнение верхних 30 см почвы на 25 % до 1.3–1.4 г/см<sup>3</sup> по сравнению с целинными почвами, где аналогичные значения составляют 0.8–0.9 г/см<sup>3</sup>. Содержание гумуса в пахотном и подпахотном горизонтах уменьшилось до 5–6 %, в то время как в целинных почвах этот показатель находится в пределах 10–12 %. Из-за критической преобразованности целинного ложбинно-западинного микрорельефа в пахотный параллельно-грядовый детально закартографировать пашню аналогичными целине методами оказалось невозможно, поэтому оно проводилось методами геостатистики для верхних 30 см почв. По результатам выявлено снижение запасов гумуса в пахотном слое с 310 т/га на целине до 180 т/га на пашне с уменьшением пространственного варьирования этого показателя. Несмотря на полностью преобразованный микрорельеф пахотных территорий, варьирование запасов гумуса в подпахотных горизонтах сохраняется, согласно естественной морфологической структуре, что необходимо учитывать при экологическом мониторинге почвенного покрова.

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

УДК 631.42

## СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СИСТЕМЕ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ВЫБРОСОВ НОВОЧЕРКАССКОЙ ГРЭС

Л.Ю. Маштыкова, С.С. Манджиева, В.А. Чаплыгин  
Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии, Ростов-на-Дону, lmashtykova@mail.ru

Основным предприятием теплоэнергетического комплекса города Новочеркасска, оказывающим серьезное воздействие на окружающую среду, является филиал ОАО «ОГК-2» Новочеркасская ГРЭС (НчГРЭС). Целью работы является изучение содержания тяжелых металлов в системе почва-растение под влиянием техногенных выбросов НчГРЭС. Объектами исследования являются почвы территорий, прилегающих к НчГРЭС – черноземы обыкновенные, лугово-черноземные и



аллювиально-луговые почвы поймы р. Тузлов. Мониторинговые площадки были заложены в 2000 г. на расстоянии 1–20 км от НчГРЭС и приурочены к точкам единовременного отбора проб, который производился с учетом различных направлений распространения выбросов. Для определения содержания в почве тяжелых металлов (ТМ) образцы отбирались в слое 0–20 см. Общее содержание ТМ в почве определялось рентген-флюоресцентным методом. Дополнительными объектами являлись дикорастущие травянистые растения, такие как амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia* L.), полынь австрийская (*Artemisia austriaca* Pall. ex Willd.), тысячелистник благородный (*Achillea nobilis* L.), цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.), пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare* L.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* L. Nevski). Минерализацию проб растений проводили методом сухого озоления по ГОСТ 26657-85. Кислотная экстракция ТМ из золы осуществлялась растворением в 20 %-ном растворе HCl с последующим определением на атомно-абсорбционном спектрофотометре.

Установлена зависимость содержания металлов в почвах мониторинговых площадок от расположения их по отношению к НчГРЭС. Участки, расположенные в радиусе 5 км от НчГРЭС, имеют превышение общего содержания Pb, Cu, Zn и Cr над ПДК. Содержание Pb, Zn, Cu, Cd, Ni и Mn на наиболее отдаленных участках мониторинга лишь немного превосходит фоновый уровень. Это свидетельствует об отсутствии загрязнения почв, находящихся на расстоянии более 10–15 км от НчГРЭС, но показывает, что тенденция к этому имеется. Наблюдается накопление ТМ в естественной травянистой растительности от ее расположения по отношению к источнику эмиссии, свойств почв и содержания в почвах ТМ. Превышение максимального допустимого уровня (МДУ) для кормов Pb, Cd и Ni обнаруживается в растениях на площадках, наиболее близко расположенных (до 5 км) от источника выбросов по линии преобладающего направления ветра. Следует отметить высокое содержание Cr в растениях всех мониторинговых площадок. Это связано с региональным фоновым уровнем металла в почве Ростовской области, которые характеризуются биогеохимическими особенностями почвообразующих пород. Растениями-накопителями ТМ являются амброзия, полынь и пижма, которые в условиях техногенного загрязнения аккумулируют наибольшие количества металлов. Полынь накапливает больше всех исследуемых растений Cd и Cr, пижма – Ni и Mn, амброзия – Zn и Pb. Замечена высокая устойчивость цикория по отношению к Cd. Пырей является самым устойчивым видом к загрязнению Zn, Ni и Cu среди рассматриваемых растений. Количество исследуемых ТМ в наи-

более удаленных от источника эмиссии площадках соответствует их фоновому уровню и не превышает величин МДУ для кормовых трав, что соответствует ранее проведенным исследованиям.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-60055.

Работа рекомендована д.б.н., проф. кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов Академии биологии и биотехнологии Южного федерального университета Т.М. Минкиной.

УДК 631.474

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К ПОЧВЕННО-ОЦЕНОЧНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ В ПРИСАЛАИРЬЕ

Г.Ф. Миллер

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск,  
mhf1981@mail.ru

Присалаирье расположено в юго-восточной части Западной Сибири в лесостепной зоне, представляя собой холмисто-увалистую дренированную равнину. Исследуемая территория относится к провинции черноземов оподзоленных, выщелоченных и серых лесных почв, которые составляют основной фон почвенного покрова.

Основой бонитировочной оценки исследуемых почв являлась региональная методика бонитировки почв, доработанная Институтом почвоведения и агрохимии СО РАН под руководством В.И. Щербинина. В основу же почвенно-экологической оценки положен расчет почвенно-экологического индекса (ПЭИ) по методике, разработанной в Почвенном институте им. В.В. Докучаева И.И. Кармановым. При создании этой методики учтен опыт почвенно-оценочных работ как в нашей стране, так и за рубежом. Ее несомненным достоинством является возможность определять почвенно-экологические баллы и рассчитывать баллы бонитетов почв пашни, многолетних насаждений, сенокосов и пастбищ не только для хозяйства, но и вообще на любых уровнях – от конкретного участка поля, всего поля – до области и зоны.

Серые лесные почвы на территории Присалаирья представлены разными подтипами, которые имеют весьма значительные различия в баллах бонитета. Одной из причин этого является сложное геоморфологическое строение территории, на которой распространены эти почвы, характеризующееся большим вертикальным и горизонтальным расчленением, что в свою очередь обуславливает развитие эрозионных процессов.

Расчет баллов бонитета по ПЭИ выявил значительно бóльший разброс показателей, чем при традиционной бонитировке, так как методика ПЭИ позволила получить более объективные данные по оценке качества почв разных типов ландшафтов. Очевидно, что традиционная бонитировка без взаимодействия с другими оценочными подходами, является не вполне подходящим способом почвенно-оценочных работ в условиях современности, так как она лишь отчасти показывает полноту собственно почвенных показателей, вовсе игнорирует показатели климатические, а также не вполне отображает агрохимические показатели. Указанные три группы показателей, как отражающие суммарное влияние почвенно-экологических условий на продуктивность почв, собственно и учитываются при расчете ПЭИ, что имеет определяющее значение при проведении почвенно-оценочных работ в условиях сложного расчлененного рельефа Присалаирья. Помимо этого, основываясь на природных показателях, эта оценка позволяет исключить возможность резких несоответствий между действительным и расчетным уровнем плодородия почв и их ценностью. Необходимо признать и то, что бонитировка на почвенно-агроэкологической основе, доработанная Институтом почвоведения и агрохимии СО РАН, является фактически региональной методикой.

Для менее расчлененных территорий, где эрозионные процессы не являются ведущими в формировании рельефа, использование традиционной бонитировки на почвенно-агроэкологической основе является вполне оправданным, поскольку отсутствует необходимость применения многих поправочных коэффициентов.

Разработанная система оценки на практике продемонстрировала свою эффективность. Бонитировка на почвенно-агроэкологической основе и почвенно-экологическая оценка (расчет ПЭИ и балла бонитета по ПЭИ) являются дополняющими друг друга аспектами оценочных работ. Поскольку комплексное использование бонитировочного и почвенно-экологического подходов дает возможность выявлять количественный вклад отдельных бонитировочных показателей в общий балл бонитета (собственно бонитировка) и получать объективные оценки качества почв разных типов ландшафтов и агроэкологических групп.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ РОСТА ФЕСТУЛОЛИУМА НА  
ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ КАДМИЕМ

А. Мохаммед Джафаар

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,  
mohammed.alhassan55@yahoo.com

Фестулолиум – гибрид овсяницы и райграса, является перспективной культурой для создания сеяных сенокосов на Северо-Западе РФ. Это многолетнее растение в первый год жизни не цветет и не образует семян, его развитие заканчивается фазой кущения. Исследование динамики набора массы фестулолиума в этот период явилось задачей вегетационного опыта, поставленного на дерново-подзолистой почве, характеризующейся большим содержанием органического вещества (7.76 %), нейтральной реакцией среды (рН 6.0), высоким содержанием фосфора (185.0 мг/кг) и низким – калия (72.5 мг/кг).

Перед посевом фестулолиума в почву были внесены макроэлементы питания растений (НРК) в составе нитроаммофоски в дозах, рекомендованных для вегетационного опыта (по 0.1 г/кг почвы). В возрасте 7 дней всходы фестулолиума были обработаны одним из четырех растворов: 1. H<sub>2</sub>O; 2. раствором микроэлементов (B+Mn+Cu+Co); 3. раствором гуминовых веществ (ГВ); 4. раствором, одновременно содержащим микроэлементы и гуминовые вещества (МЭ+ГВ). Эти варианты некорневой обработки растений составили схему опыта. Растения выращивали в пластиковых сосудах (объем – 6 л) в трехкратной повторности. Норма высева семян составила 0.4 г/сосуд. Уборку фестулолиума проводили на 15, 20, 30, 36, 50 сутки от момента прорастания семян.

Результаты эксперимента не указывают на значительную эффективность некорневых подкормок в начальный период роста фестулолиума. Доля сухого вещества в растениях в среднем по опыту увеличилась от 11.2 % до 24.1 % без существенных отклонений по вариантам.

Согласно литературным данным (Дричко В.Ф., 2011), рост растений во времени хорошо описывается S-образной логистической функцией. Применение логистической зависимости на практике позволяет делать прогноз набора массы растений до физиологического максимума, определяемого биотическими и абиотическими характеристиками сложившейся в опыте агроэкосистемы. Выполненные нами расчеты показывают, что в период максимально возможного развития фестулолиума, характерного для трав первого укоса, воздушно сухая масса растений не

различалась бы существенно по вариантам. В условиях проведенного вегетационного опыта она могла бы достичь следующих значений (г/сосуд): контроль (H<sub>2</sub>O) – 18.73±2.03; МЭ –19.18±2.46; ГВ – 23.99±6.72; МЭ+ГВ – 19.3±2.76. Эти значения не имеют достоверных различий с экспериментальными данными, полученными на 50 сутки роста фестулолиума. Следует отметить положительную тенденцию в реакции растений на некорневую обработку раствором гуминовых веществ, дополнительное применение которых, вероятно, оказало бы благоприятное воздействие на скорость отрастания фестулолиума после первого укоса.

Таблица. Динамика массы фестулолиума, г/сосуд.

Вариант	Возраст растений, сутки				
	15	20	30	36	50
Сырая масса					
H <sub>2</sub> O	4.91±0.59	13.67±1.74	63.47±3.88	70.24±7.40	67.10±1.17
МЭ	4.41±0.90	15.73±2.73	56.31±2.90	67.59±2.47	72.67±1.70
ГВ	5.82±0.54	15.38±2.08	57.58±5.71	61.28±5.74	78.43±12.99
ГВ+МЭ	5.21±0.80	9.76±3.78	55.20±3.07	59.44±6.06	70.41±3.66
Сухая масса					
H <sub>2</sub> O	0.57±0.07	1.33±0.18	7.27±0.54	9.67±1.08	17.14±1.62
МЭ	0.48±0.07	1.54±0.25	6.68±0.73	8.91±0.13	16.78±0.93
ГВ	0.64±0.09	1.53±0.18	6.85±0.427	8.45±1.54	18.44±0.57
ГВ+МЭ	0.59±0.11	0.96±0.34	6.86±1.15	9.01±0.85	17.18±1.53

Работа рекомендована к.б.н., доц. М.А. Ефремовой.

УДК 631.416.8(9)

**БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ УСТЬЯ РЕКИ ДОН И  
ПОБЕРЕЖЬЯ ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА**

Д.Г. Невидомская, Т.В. Бауэр, Н.В. Сальник, Е.Г. Куксова  
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,  
dnevidomskaya@mail.ru

Устье реки Дон и прибрежные районы Таганрогского залива Азовского моря – уникальная территория, представляющая собой сложную природно-антропогенную систему, где происходит взаимодействие естественных, урбанизированных и аграрных ландшафтов.

Цель настоящего исследования состояла в изучении загрязнения тяжелыми металлами (ТМ) почв и одного из звеньев биоты – высших растений.

В районе исследования, включающем морскую край дельты реки Дон и территорию побережья Таганрогского залива были заложены станции мониторинговых наблюдений. Исследуемый почвенный покров представлен аллювиально-луговыми насыщенными, аллювиально-слоистыми насыщенными почвами, соровым солончаком, черноземом обыкновенным карбонатным. Валовое содержание ТМ в почвах определено рентген-флюоресцентным методом. Подвижные формы ТМ определялись в почвенных вытяжках методом атомно-абсорбционной спектродотометрии (ААС). Минерализацию проб растений проводили методом сухого озоления с последующим определением ТМ на ААС.

Исследования показали, что уровни валового содержания и распределения ТМ в почвах устья реки Дон и побережье Таганрогского залива Азовского моря на станциях мониторинга представляют последовательно убывающий ряд:  $Mn > Cr > Zn > Ni > Cu > Pb > As > Cd$ . Установлено, что загрязнение Zn, Pb, Cu, Ni и As поверхностных горизонтов почв обусловлены антропогенным фактором. Высокий уровень содержания Cr связан преимущественно с литогенным фактором, и, следовательно, имеет естественный источник поступления.

Содержание обменных форм изученных металлов обнаруживают превышение ПДК для Cu, Pb, Zn и Cd преимущественно на станциях мониторинга южного побережья Таганрогского залива и морского края дельты р. Дон, где аквальные системы являются своеобразным «биологическим фильтром», способствующим очистке воды от загрязняющих веществ. По содержанию обменных форм в исследуемых почвах металлы образуют ряд:  $Mn > Zn > Pb > Cu > Cr > Cd$ . Количество комплексных и специфически сорбированных форм ТМ в почвах побережья и устьевой области убывает в ряду:  $Mn > Pb > Cu > Zn > Cr > Cd$ .

В наибольшей степени растения изучаемой территории подвергаются загрязнению Cr, Pb, Ni, Cd, в наименьшей степени – Cu и Zn. На поступление ТМ в растения большое влияние оказывает эдафический фактор. Установлена тесная статистически значимая корреляционная связь при уровне  $P=0.95$  и  $n=53$  между содержанием илстых фракций ( $<0.001$  мм) и валовым содержанием Mn ( $r=0.7$ ), Cu ( $r=0.7$ ), комплексных форм Cd ( $r=0.5$ ) и специфически сорбированных форм Pb ( $r=0.6$ ) и Cr ( $r=0.6$ ). Выявлены корреляционные связи между подвижными формами металлов в системе почва–растения при уровне  $P=0.95$  и  $n=36$ : Cu (для комплексных ( $r=0.7$ ) и специфически сорбированных ( $r=0.8$ ) форм),

Zn (для специфически сорбированных ( $r=0.6$ ) форм) и Cd (для обменных форм ( $r=0.6$ )).

Таким образом, анализ полученных данных свидетельствует о вариабельности в содержании, распределении и подвижности ТМ в почвах и растениях устья р. Дон и побережье Таганрогского залива, что имеет комплексный характер, обусловленный локальными техногенными поступлениями поллютантов с хозяйственно-бытовыми и промышленными стоками, эдафическими условиями, биологическими особенностями растений и природой самого химического элемента, его геохимическими свойствами.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 4-05-00586 А и Министерства образования и науки РФ грант № 5.885.2014/К.

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

УДК 631.43

## КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА МЕХАНИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВЕННЫХ АГРЕГАТОВ

Е.И. Николаева

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
nik-eva@mail.ru

Актуальность познания природы устойчивости почв к деградиционным процессам определяется тем, что деградация физического состояния является одним из основных и наиболее распространенных видов деградации почв и почвенного покрова. Под деградацией физического состояния почв понимается устойчивое ухудшение их физических свойств, в первую очередь их структурного состояния и сложения, приводящего к ухудшению водного, воздушного, питательного и других режимов. Значительное изменение структурного состояния, водоустойчивости агрегатов можно проследить при сравнении черноземов, находящихся под широколиственным мертвопокровным лесом в сравнении с почвами, использующимися в сельском хозяйстве. Также наблюдается изменение физико-механических свойств почвы, характеризующихся механической устойчивостью агрегатов.

Целью работы является количественная оценка изменения водоустойчивости и усадки почвенных агрегатов чернозема обыкновенного под лесом и при сельскохозяйственном использовании.

Объекты и методы исследования. Физические свойства черноземов типичных (Оренбургская область) изучали для двух контрастных вариантов: чернозем типичный под длительным сельскохозяйственным использованием (далее «пашня», в момент исследования – под черным паром) и мертвопокровным лесом (далее «лес»), находившихся в 35 м друг от друга. Определения плотности почв, водопроницаемости, содержания органического вещества, гранулометрического состава были проведены общепринятыми методами. В лабораторных условиях для агрегатов 3–5 и 5–7 мм получали зависимость сопротивления расклиниванию на пластометре Ребиндера в процессе иссушения агрегатов для диапазона влажностей от водовместимости до максимальной гигроскопической. Для детального анализа кривой изменения сопротивления расклинивания ( $P_m$ ) от влажности ( $W$ ) эти кривые аппроксимировались уравнением:  $P_m = b_1 \cdot \exp(-b_2 \cdot W)$ , где параметры аппроксимации  $b_1$  и  $b_2$  отражают устойчивость и подверженность агрегатов к механическим воздействиям, соответственно. Получены заметные различия и параметрах, характеризующих механическую устойчивость агрегатов: если для слоев 0–10 и 10–20 см чернозема «под лесом» параметр  $b_1$  составляет около 20, снижаясь в более глубоких (до 40 см) слоях до 12, то для чернозема «под пашней» он не превышает 10–12 для верхних слоев, сравниваясь с величинами устойчивости агрегатов чернозема под «лесом» в более глубоких слоях. Характерно также, что, если подверженность агрегатов к механическим воздействиям (параметр  $b_2$ ) в черноземах «под лесом» в верхних слоях составляет 0.06–0.08 увеличиваясь до 0.12–0.18 в более глубоких слоях, то в агрегатах распаханых черноземов этот параметр составляет 0.13, незначительно увеличиваясь с глубиной до 0.15. Отмеченные изменения устойчивости агрегатов связаны, прежде всего, с трансформацией состава и свойств органического вещества черноземов при сведении леса. Применение параметров аппроксимаций является приемом, позволяющим статистически надежно оценивать различия объектов, однако лишь в случае высокой достоверности параметров аппроксимации, т.е., прежде всего, при наличии большого числа дат.

Работа рекомендована д.б.н., профессором, зав. каф. физики и мелиорации почв, Е.В. Шеиным.



ОЦЕНКА ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ, С ПРИМЕНЕНИЕМ  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХОЛОГИЙ, НА ПРИМЕРЕ СОВХОЗА  
«ТИХИЙ ДОН» КУРКИНСКОГО РАЙОНА ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

С.С. Огородников

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
sir.ogorod@yandex.ru

Оценка деградации почв – комплексный процесс, требующий знаний не только в почвоведении, картографии и химии почв, но и в экономике, юриспруденции, социологии.

Под деградацией почв понимается «ухудшение свойств и плодородия почвы в результате воздействия природных или антропогенных факторов» (ГОСТ 27593-88).

Очевидно, что ухудшение должно происходить за определенное время: соответственно появляются два пути оценки деградации:

1. Сравнить новые результаты анализов с данными предыдущих почвенных обследований.
2. Проводить сравнение со значениями, приведенными в методиках.

При выполнении работы была оцифрована почвенная карта совхоза «Тихий Дон» Куркинского района, Тульской области, составленной в 1992 г. Из очерка «Почвы совхоза "Тихий Дон"» взяты данные химических анализов. С помощью космоснимков определены координаты точек, где 23 года назад были заложены разрезы. Эти точки, в ходе полевых работ, были найдены на местности с помощью GPS с точностью 5 метров. В соответствии с ГОСТом 17.4.4.02–84 (Методы отбора и подготовки проб... 1986 г.), из верхнего горизонта были отобраны пробы, которые впоследствии были проанализированы. Определены следующие химические и физико-химические свойства почв: рН водной суспензии, валовое содержание гумуса, содержание подвижного фосфора и содержание обменного калия.

Полученные в ходе анализов результаты сравнивались с данными почвенного обследования 1992 г. и на основании постановления правительства № 612 «Об утверждении критериев существенного снижения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» делался вывод об изменении свойств почв за данный период.

Помимо этого проводилась оценка степени деградации почв и земель. Каждому из показателей давалась балльная оценка по единой пятибалльной шкале в соответствии с «Методикой определения разме-

ров ущерба от деградации почв и земель» (1994 г.). Для исследуемых показателей в программе QGIS 2.10.1 построены картограммы и рассчитаны площади почв, относящихся к различным уровням деградации.

Получены следующие результаты: Сравнение данных 2015 и 1992 гг. показали, что содержание гумуса в среднем не изменилось (6.3–6.1 %). Среднее значение pH изменилось с 5.6 до 6.7, что можно оценивать как позитивный фактор. Значение подвижного фосфора увеличилось более чем в 2 раза (с 9.2 до 18.9 мг/100 г), что, вероятно связано, с активным внесом фосфатных удобрений хозяйствующими субъектами (в первую очередь ООО «Опытное поле»). Содержание подвижного калия возросло, но не так сильно с 9.7 до 12.1 мг/100 г. Таким образом, почти за четверть века состояние почв по перечисленным показателям, не ухудшилось, а напротив, стало лучше. Суммарный показатель деградации для участка «Тихий Дон» составил 512 тыс. руб./га. Требуется мероприятия по улучшению перечисленных свойств на отдельных участках совхоза, составление плана рационального землеустройства и севооборотов для хозяйств.

В ходе работы возникли вопросы к обоснованности критериев существенного снижения плодородия, содержащихся в постановлении правительства № 612 (S.Ogorodnikov. Legal mechanisms seizure of agriculture land //International Soil Science Congress Article Book, Sochi, 2015, p. 314–315).

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 630.114.261

## ГРУППОВОЙ СОСТАВ АЗОТА В ЛИТОСТРАТАХ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ КАНСКО-АЧИНСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

А.Д. Прибура, Т.А. Спорыхина

Институт экономики, управления и природопользования Сибирского  
Федерального университета

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт  
леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск, nastya\_pribura@mail.ru

Горные породы, не затронутые почвообразованием, практически полностью лишены азота. Накопление азота может служить хорошим индикатором начавшихся процессов почвообразования и мерой потен-

циального плодородия формирующихся почв. В связи с этим, особый интерес приобретает изучение азотонакопления в техногенных поверхностных образованиях породных отвалов угольных разрезов, где увеличение количества азота будет зависеть от успешности освоения их живыми организмами.

Исследования проводятся на территории Бородинского бурого угольного разреза, расположенного в восточной части Канско-Ачинского угольного бассейна. Это один из самых крупных разрезов бассейна. Добыча угля сопровождается полным уничтожением природного ландшафта, на его месте отсыпаются отвалы, сложенные хаотичной смесью вмещающих и вскрышных пород. Момент заселения поверхности отвалов растениями, как правило, считают началом развития почвообразовательных процессов.

В рамках настоящих исследований проводилось изучение специфики азотонакопления и группового состава азотсодержащих соединений под лесной и луговой группировками, формирующихся на породном отвале. Отвал спланированном в 2005 г, через 2 года на его поверхность, без восстановления почвенного профиля, рядами высажены 2–3-летние саженцы сосны. Ширина междурядий культур достигает 4–5 м. На современном этапе (2015 г.), растительный покров участка представляют два растительных комплекса: 1. искусственный – культуры сосны обыкновенной; 2. естественный – спонтанная травянистая растительность.

При анализе почвенных образцов определяли органические и минеральные формы азота. В основе выделения групп органических соединений азота – их устойчивость к щелочному гидролизу: легкогидролизуемые (1 н NaOH), трудногидролизуемые (6 н NaOH) и негидролизуемые формы. В составе минерального азота количественно определяли аммиачные формы и нитраты. Содержание валового азота оценивали методом К.Е. Гинсбурга с соавторами (1963).

Получено, что запасы валового азота, накопленные в течение первых 10 лет почвообразования в слое 0–10 см на участках занятых травянистой растительностью, составляют  $692 \text{ кг га}^{-1}$ , что на 24 % выше, чем в рядах сосны. Преобладающая часть органических соединений азота устойчива к гидролизу. Суммарный запас легко- и трудногидролизуемых соединений составляет 60 и  $37 \text{ кг га}^{-1}$ , соответственно, для участков с травянистой и лесной растительностью. Запас минерального азота под травянистой растительностью, на 57 % выше, чем в рядах культур. Более благоприятное сочетание факторов для развития процессов мобилизации азота складывается под травянистой растительностью

– относительная доля минерального азота здесь достигает 3 %, против 1.7 % под культурами. Анализ результатов лабораторного эксперимента позволяет утверждать, что интенсивность нитрификации под травянистой растительностью в 18 раз выше, чем в рядах. При этом «сработка» запаса N-NH<sub>4</sub> оценивается близкими величинами – 6 кг га<sup>-1</sup>. В период инкубации в литостратах междурядий мобилизуется 62 % легкоминерализуемого азота, в рядах – 7 %.

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

УДК 631.459.2.57

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ЭРОЗИЮ ПОЧВ МЕТОДОМ ДОЖДЕВАНИЯ СТОКОВЫХ ПЛОЩАДОК

А.В. Прущик

ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, Курск, model-erosion@mail.ru

Одной из основных причин проявления на нашей планете эрозионных процессов является уничтожение естественного растительного покрова. В процессе развития сельскохозяйственного производства увеличивается площадь распаханых земель.

Экспериментально установлено, что при ударном воздействии дождевых капель на незащищённую растениями почву формируется корка, водопроницаемость которой в 150–400 раз меньше по сравнению с исходной почвой.

Исследования проведены с использованием лабораторно-полевой дождевальной установки (ДУ) с площадью орошения 3 м<sup>2</sup>, методов физического моделирования, методики дождевания стоковых площадок для исследования почвенно-эрозионных процессов (Сухановский, 2007). Применяемая методика в отличие от других позволяет полученные данные использовать и для естественных дождей. Критерием подобия в методике дождевания является эрозионный индекс дождя *AI* (Сухановский, 2003). Компьютерная обработка результатов исследования проведена с использованием программного обеспечения Microsoft Excel 2010.

В начале и в конце эксперимента измеряли интенсивность дождя. Отмечали время начала стока. Регистрировали данные по динамике смыва почвы и стока. Рассчитывали установившуюся величину впитывания по установившемуся расходу стекающей воды и интенсивности дождя. На рисунке представлена зависимость смыва почвы от эрозионного индекса дождя для стоковой площадки с паром и посевами ячменя (стадия развития растений – начало колошения).

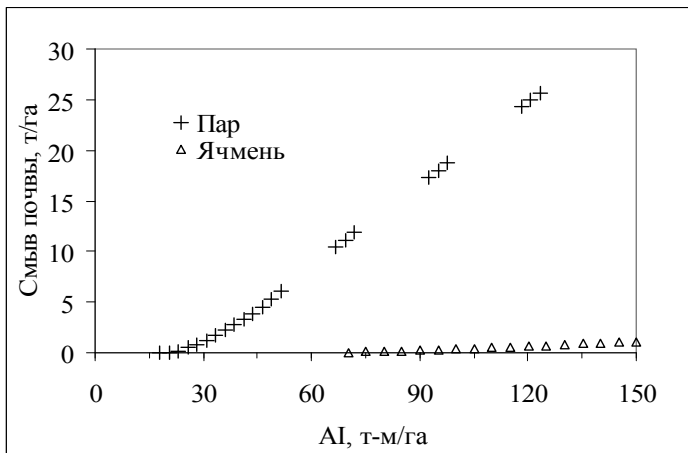


Рисунок. Зависимость смыва почвы от эрозионного индекса дождя  $AI$ .

В проведённом эксперименте определение установившейся скорости инфильтрации проводилось при условии стабилизации впитывания, которое происходит при длительном воздействии дождя на почву. Для этих условий главным фактором, влияющим на водопроницаемость, является ударное воздействие капель дождя на почву. Поскольку растительный покров снижает это воздействие, то и установившаяся скорость впитывания больше, чем для почвы в состоянии пара, т.е. смыв почвы будет меньше с почвы защищенной растительностью.

#### Литература

Сухановский Ю.П. Зависимость инфильтрации от эрозионной характеристики дождя // Почвоведение. 2003. № 10. С. 1248–1257.

Сухановский Ю.П. Модификация методики дождевания стоковых площадок для исследования эрозии почв // Почвоведение. 2007. № 2. С. 215–222.

Работа рекомендована д.с.-х.н., заведующим лабораторией Моделирования эрозионных процессов Ю.П. Сухановским.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В ПОЧВАХ,  
НАХОДЯЩИХСЯ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЧГРЭС  
А.С. Саламова<sup>1</sup>, С.Н. Сушкова<sup>1</sup>, И.Г. Тюрина<sup>1</sup>, Н.В. Сальник<sup>1</sup>,  
О.Г. Назаренко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, [snsushkova@sfedu.ru](mailto:snsushkova@sfedu.ru)  
<sup>2</sup>ФГБУ ГЦАС «Ростовский», пос. Персиановский

Цель работы – оценить содержание БаП в почвах мониторинговых площадок зоны влияния НчГРЭС в 2012–2015 гг.

Задачи исследования: Для мониторинговых исследований на расстоянии 1–20 км от НчГРЭС было заложено 10 мониторинговых площадок для отбора почвенных образцов. Часть приурочена к точкам единовременного отбора проб воздуха (точки № 1, 2, 3, 5, 6, 7), расположенных в радиусе 1–3 км вокруг источника загрязнения. Мониторинговые площадки № 4, 5, 8, 9, 10 были заложены в соответствии с линией преобладающего направления розы ветров. Образцы почв отбирались с глубины 0–5 и 5–20 см ежегодно в период с 2012 по 2015 гг. В отобранных образцах почв определяли БаП методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на жидкостном хроматографе (Agilent 1260 Germany 2014) с флуориметрическим детектированием. Почвенные образцы подготавливались для химического анализа в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.4.02-84. Извлечение БаП из почв и растений исследуемых объектов проводилось методом экстракции субкритической водой.

Основными тенденциями в период с 2012 по 2015 гг. становится плавное накопление БаП в зоне мониторинга. Максимум накопления поллютанта приходится на площадки мониторинга, наиболее приближенные к источнику эмиссии в С-З направлении, совпадающем с преобладающим направлением розы ветров на местности за исследуемый период. Содержание БаП в 5-см слое почв площадки мониторинга № 4, расположенной в 1.6 км на С-З от источника загрязнения является максимальным в зоне исследования и составляет от 279.3 до 335.6 нг/г за период исследований, и от 115.3 до 175.4 нг/г в 5–20 см слое почв. Превышение значений ПДК для почв данной площадки составляет от 14 до 17 ПДК в 5-см слое почв и от 6 до 9 ПДК в 5–20 см слое почв. Содержание БаП почв мониторинговой площадки № 8, расположенной в 5 км на С-З от источника эмиссии составляет до 6 ПДК в 5-см слое и до 2 ПДК в 5–20 см слое. В почве мониторинговых площадок № 9 и № 10, расположенных в 15 и 20 км от НчГРЭС соответственно, содержание БаП в 5-см

слое почв составляет от 5 до 7 ПДК в течение периода наблюдений. Содержание БаП в почвах мониторинговых площадок № 1, 2, 3, 5, 6, 7, расположенных в радиусе 1–3 км вокруг источника загрязнения составляло от 1.5 до 3 ПДК. Главным фактором накопления и распределения БаП в почвах данных площадок являлись физико-химические свойства почв.

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 направлении, а основной объем выбросов предприятия приходится на территорию в радиусе до 5 км.

Работа выполнена при поддержке Гранта Президента РФ № МК-6827.2015.4, РФФИ № 16.35.60051, 15-35-21134.

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

УДК 58.1+58.051:631.413.3

АДАПТАЦИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ  
ПОЧВЕННОГО ЗАСОЛЕНИЯ ПУТЕМ КУЛЬТИВАЦИИ  
*TAMARIX RAMOSISSIMA*

А.М. Сафарова

Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова,  
ajsylusafarova@yandex.ru

Территории, подвергнутые вторичному засолению из-за экстенсивного сельского хозяйства, впоследствии подвергаются дальнейшей деградации и опустыниванию. На данный момент наиболее экономически выгодным использованием таких маргинальных земель является фиторемедиация. Отрицательные свойства засоленных почв могут быть в известной мере ослаблены в результате их биологической мелиорации. Этот вид мелиорации осуществляется путем возделывания на засоленных почвах галофитов. Галофиты способны поглощать до 20–25 % солей от собственной сухой массы. Скашивание и удаление солянок позволяет освободить поверхностные горизонты от части солей. Кроме того, солянки затеняют почву и обогащают ее верхние горизонты органическим веществом. Результаты многолетнего опыта некоторых зарубежных стран свидетельствуют о том, что галофитные растения чрезвычай-

чайно перспективны для экологической реставрации и повышения продуктивности пастбищных земель.

Суть адаптации землепользования в данном регионе заключается в выращивании местного галофита, кустарника *Tamarix ramosissima*, на землях, потерявших сельскохозяйственное значение и подвергающихся деградации. Данный кустарник имеет ряд преимуществ, в числе которых широкий спектр произрастания, высокая ценнообразующая роль и быстрый темп прироста биомассы.

Исследования проходили в октябре 2013 г. в дельте реки Амударьи и в сентябре 2014 г. в Джейранском экоцентре (Бухара, Узбекистан). На исследуемой территории в дельте реки Амударьи распространены такие типы почвенного засоления, как сульфатно-содовый, сульфатно-хлоридный и хлоридно-натриевый. Геоботаническое обследование местности в дельте реки Амударья выявили следующие типы сообществ: ажреково-гребенщиковые, гребенщиково-ксерофитные и гребенщиково-тростниковые. На территории Джейранского экоцентра присутствуют гребенщиково-ксерофитные сообщества. Для установления наиболее благоприятных условий произрастания типичного представителя галофитных кустарников *Tamarix ramosissima* определяли содержание вторичного метаболита, пролина, в вегетативных органах растения. Анализ полученных данных позволяет говорить о положительной корреляции между положением участка по микрорельефу и количеством пролина в кустарнике ( $r=0.7$ ,  $p<0.05$ ). Также содержание свободного пролина в кустарнике коррелирует с содержанием иона сульфата в вегетирующих органах тамарикса ( $r=0.65$ ,  $p<0.05$ ). В нашем исследовании низкие концентрации пролина говорят скорее об ингибировании жизнедеятельности, чем об отсутствии стресса, т.к. на некоторых точках исследования мы обнаружили высокую минерализацию почвенного раствора с электропроводностью более 200 мS/m, но при этом были зафиксированы одни из самых низких значений содержания пролина среди апробированных образцов тамарикса. Наименьшие значения содержания пролина в вегетирующих органах Тамарикса, произрастающего в Джейранском экоцентре, можно связать с наиболее засушливыми условиями местности и песчаными почвами данной территории. Что касается положения в рельефе, то расположение точек исследования на высоких отметках приводит к частичному выщелачиванию солей, что уменьшает воздействие их высоких концентраций на растения.

Работа рекомендована д.б.н., проф. П.В. Красильниковым.



УСТОЙЧИВОСТЬ ПОЧВ СРЕДНЕОБСКОЙ НИЗМЕННОСТИ  
К ТЕХНОГЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

А.В. Солдатова

Нижевартовский государственный университет,  
alena-soldatova0@rambler.ru

Устойчивость почв таежной зоны Западно-Сибирской равнины к техногенным воздействиям, по мнению М.А. Глазовской, обладает слабым потенциалом (1976). Это связано с факторами почвообразования. Для таежной зоны Западной Сибири, конкретно для Среднеобской низменности, основными факторами почвообразования являются выравнивание рельефа и слабый поверхностный сток. Величина увлажнения преобладает над испарением, среднее количество осадков, 500 мм в год, формируют условия для формирования верховых болот, произрастание сфагновых мхов, которые являются основой для образования торфяных олиготрофных почв. Озерно-аллювиальные отложения супесчаного состава затрудняют дренаж, что также негативно сказывается на характеристиках устойчивости почв.

За основу оценки устойчивости почв к техногенным воздействиям была использована методика оценки экосистем под редакцией В.В. Снакина (1992). Устойчивость почв к техногенным воздействиям оценивается по следующим показателям: положение в ландшафте, емкость катионного объема, мощность гумусового аккумулятивного горизонта, крутизна склона, тип водного режима почвы. Оценивая почвы Среднеобской низменности на предмет устойчивости к техногенным воздействиям по предложенным показателям, были получены следующие результаты (табл.).

Проведенные исследования показали, что наибольшей устойчивостью к техногенным воздействиям обладают почвы, сформированные на повышенных формах рельефа, это подзолы иллювиально-железистые. Средними показателями устойчивости обладают аллювиальные почвы, сформированные в низкой пойме. Низкими показателями устойчивости обладают торфяные олиготрофные почвы, у этих почв были самые низкие показатели устойчивости. В основном техногенные объекты под нефтедобычу сооружаются на неустойчивых к техногенным воздействиям торфяных почвах. Таким образом, расположенные техногенные объекты в пойме и на верховых болотах наносят невозместимый урон почвам и в целом природным ландшафтам.

Таблица. Показатели устойчивости рзанных типов почв  
(в скобках указаны промежуточные баллы).

Положение в ландшафте	ЕКО	Мощность гумусового горизонта	Крутизна склона	Тип водного режима почвы	Балл устойчивости
<b>Аллювиальные</b>					
Трансаквальное (3)	20.5 (3)	15 (3)	0.8° (5)	Периодически промывной (3)	17
<b>Торфяные олиготрофные</b>					
Супераквальное (0)	26 (3)	0 (0)	1° (5)	Непромывной (1)	9
<b>Подзолы иллювиально-железистые</b>					
Элювиальное (5)	14.83 (2)	0 (0)	1.5° (5)	Промывной (5)	17

#### Литература

1. Глазовская М.А. Ландшафтно-геохимические системы и их устойчивость к техногенезу // Биогеохимические циклы в биосфере. М., 1976. 356 с.

2. Глазовская М.А. Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям. М., 1997. 101 с.

3. Оценка состояния и устойчивости экосистем / Под ред. В.В. Снакина, В.Е. Мельниченко, Р.О. Бутовского. М., 1992. 127 с.

4. Классификация почв России [Электр. ресурс]. Режим доступа: [www.soils.narod.ru](http://www.soils.narod.ru)

Работа рекомендована к.г.н., доцентом Е.А. Коркиной.

УДК 630.114.2

### ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ЛИТОСТРАТОВ (ОТВАЛЫ БОРОДИНСКОГО БУРОУГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА)

Т.А. Спорыхина, А.Д. Прибура

Сибирский Федеральный университет, Институт леса им. В.Н. Сукачева  
СО РАН, г. Красноярск, [tany-solnishko95@mail.ru](mailto:tany-solnishko95@mail.ru)

Одним из основных направлений восстановления земель, нарушенных при открытой добыче угля, является лесная рекультивация. Из немногочисленных древесных пород, безусловно пригодных для обле-

сения нарушенных земель, является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). На современном этапе накоплен достаточно большой опыт по созданию продуктивных культур сосны: отвалы Донбасса, в Подмосковье, Кузбассе, Черемуховском и Канско-Ачинском угольном бассейнах. При этом посадки сосны, как правило, создаются на выровненных участках (уступах) террасированных склонов и/или спланированных отвалах без восстановления почвенного профиля.

Агрономические свойства техногенных элювиев и образующихся на них техногенных поверхностных образований (подгруппа литостраты, группа натурфабрикаты) коренным образом отличаются от таковых на естественных ненарушенных территориях. Кроме того, лесорастительные свойства техногенных элювиев отвалов каждого конкретного разреза определяются спецификой технологических процессов добычи угля и отсыпки отвалов, т.е. являются специфичными для отдельно взятого угольного разреза. Таким образом, несмотря на накопленный опыт создания культур на отвалах, работы по региональной оценке лесорастительных свойств техногенных элювиев не теряют актуальности.

Настоящие исследования проводятся на территории Бородинского бурого угольного разреза, экспериментально-мониторинговый полигон Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН. Объектом исследования служат искусственные насаждения сосны 2009 г. Посадка производилась 2–3-летними саженцами в ряды с широкими (4–5 м) междурядьями.

Лесорастительные условия оценивались на основе сопряженного анализа как показателей роста, динамики прироста, структуры фитомассы, так и характеристик плодородия литостратов.

Согласно полученным данным, за период исследований (2009–2014 гг.) величина верхушечного прироста культур сосны увеличилась от 24 до 56 см, а показатель напряжения роста снизился от 24 до 7, что указывает на устойчивый рост культур в условиях слабых конкурентных отношений. За истекший период фитомасса культур достигла 63 ц/га, треть данного количества приходится на столовую древесину в коре, столько же на хвою, относительная доля веток и скелетных корней – 25 и 15 %, соответственно. Преобладающая часть корневой системы сосен сосредоточена в верхнем слое 0–10 см.

По показателям роста, таксационным характеристикам и структуре фитомассы культуры сосны на отвалах не уступают искусственным насаждениям близкого возраста, произрастающим на естественных почвах Назаровского [Л. С. Шугалей, 1997], и Южно-Ангарского районов [Огиевский, 1962] Красноярского края.

Изучаемые литостраты нейтральны (рН=6.7–7.0), содержание фосфора низкое – 4–12 мг/кг (по Чирикову), верхний слой (0–10 см) хорошо обеспечен минеральным азотом 20–39 мг/кг под лесной растительностью и 22–69 мг/кг под травянистой. Достаточно высокая концентрация углерода (1.5–2.9 %) в профиле молодой почвы, вероятно, в большей мере обусловлено присутствием окисленного угля и углистой пыли, а не развитием процесса гумусообразования.

Таким образом, можно заключить, что литостраты характеризуются удовлетворительными лесорастительными свойствами для культурных посадок сосны. Дополнительного изучения требуют особенности пространственного распространения корневой системы сосны и оценки риска выпадения культур в результате ветровала.

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

УДК 631.4

## ВЛИЯНИЕ ВНЕСЕНИЯ ПАЛЫГОРСКИТОВОЙ ГЛИНЫ НА СОДЕРЖАНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ И НА ДИНАМИКУ ЗНАЧЕНИЙ РН И ОВП В ЗАГРЯЗНЕННОМ НЕФТЬЮ ПЕСКЕ В УСЛОВИЯХ ЛАБОРАТОРНОГО МОДЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Ю.Р. Фарходов

Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова,  
факультет почвоведения, Москва, Россия  
yulian.farhodov@yandex.ru

Известно, что загрязнение почв нефтепродуктами приводит к существенным неблагоприятным изменениям в свойствах и структуре почв. Есть данные, что внесение минералов групп смектита и палыгорскита, может ускорить процесс биоремедиации сильно загрязнённых почв за счёт оптимизации условий для жизнедеятельности микроорганизмов-деструкторов [1].

Цель работы: оценить изменение содержания углеводов и нефтепродуктов и проследить за динамикой значений рН и ОВП при инкубировании загрязненного нефтью песка под влиянием внесения палыгорскитовой глины и минеральных удобрений в условиях периодического увлажнения и высушивания. Объектом исследования были образцы песчаного грунта из Пуровского района Ямало-Ненецкого автономного округа, отобранные с участков, прилегающих к факелу нефтедобывающего предприятия.

Был проведен лабораторный модельный эксперимент, который длился 3 месяца, в 4 вариантах: 1. загрязненный песок; 2. загрязненный песок + пушонка; 3. загрязненный песок + пушонка + палыгорскитовая глина; 4. загрязненный песок + пушонка +, палыгорскитовая глина + минеральные удобрения. Навески загрязненного песка массой 200 г помещали в пластиковые сосуды, насыщали водой до полной влагоемкости. В процессе эксперимента каждый вариант опыта проходил 10 циклов увлажнения до ПВ и высушивания. В конце каждого цикла определяли величины рН и ОВП. После 10 циклов определяли содержание нефтепродуктов и полярных фракций в каждом варианте.

Было установлено, что по величинам ОВП во всех вариантах опыта, кроме варианта 4, среду можно характеризовать как окислительную, в 4-ом варианте после внесения второй порции нитратов среда стала восстановительной. Во все сроки наблюдений наблюдалось небольшое снижение ОВП от первого варианта к третьему.

Полученные в результате внесения пушонки и палыгорскитовой глины значения рН (6.5–8.0) были оптимальными для функционирования большинства групп микроорганизмов, способных разлагать нефтепродукты. Самые низкие значения рН на протяжении всего опыта были в загрязненном песке без внесения глины и мелиорантов.

В результате инкубирования общее количество УВ снизилось по сравнению с исходным неинкубированным песком в варианте 1 и 2, т.е. без внесения палыгорскита и удобрений, что объясняется периодическим увлажнением образца, способствующим функционированию микроорганизмов, разлагающих УВ и благоприятным для них термическим режимом. Выявленное снижение касалось как неполярных фракций, так и фракций, оставшихся на колонке. Внесение глины и удобрений привело к увеличению содержанию тех и других фракций практически до уровня контроля, что можно объяснить двумя причинами. Во-первых, загрязненный песок из-под факела, вероятно, содержал битумы и другие компоненты, не экстрагируемые  $CCl_4$ . Добавка палыгорскита и удобрений могло вызвать усиленное разложение этих компонентов, и они трансформировались в соединения, более растворимыми в  $CCl_4$ . Во-вторых, в вариантах с внесением глины сильно изменились физические свойства песка – в периоды иссушения инкубированная масса быстрее высыхала, что могло неблагоприятно влиять на функционирование микроорганизмов.

#### Литература

S.Muller, K. U. Totsche & I. Kogel Knabner Sorption of polycyclic aromatic hydrocarbons to mineral surface. *European Journal of Soil Science*, August 2007, 58, 918–931.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Т.А. Соколовой.

ПРОЯВЛЕНИЕ БАРЬЕРНЫХ ФУНКЦИЙ ПЫРЕЯ ПОЛЗУЧЕГО  
(*ELYTRIGIA REPENS (L) NEVSKI*) В УСЛОВИЯХ  
ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

В.А. Чаплыгин, Л.Ю. Маштыкова

Южный Федеральный Университет, Ростов-на-Дону, Россия,  
otshelnic87.ru@mail.ru

Травянистая растительность обладает способностью аккумулировать в своей надземной массе и корневой системе тяжёлые металлы (ТМ). Различные виды растений обладают разной барьерной функцией по отношению к ТМ. Барьерная функция по отношению к ТМ представляет собой отношение содержания ТМ в корнях к их содержанию в надземной части растения. Целью данной работы являлось определение барьерной функции пырея ползучего под влиянием аэротехногенных выбросов Новочеркасской ГРЭС.

Объектом исследования являлся пырей ползучий (*Elytrigia repens (L) Nevski*), широко распространенный на нарушенных территориях степной зоны Ростовской области. Одним из крупнейших предприятий энергетической промышленности в Ростовской области является ОАО ОГК-2 «Новочеркасская ГРЭС» (НчГРЭС). Мониторинговые площадки расположены на участках залежей с травянистой растительностью на разном удалении от НчГРЭС (1.2; 15.0 и 20.0 км) по линии преобладающего С-З направления ветра.

Отбор надземной и корневой частей растений проводился согласно методике полевого опыта (Методика полевого опыта..., 1985). Содержание Mn, Cr, Zn, Cu, Pb, Ni, Cd в корнях и надземной части растений было определено методом сухого озоления в 20 % растворе HCl с атомно-абсорбционным окончанием (Практикум по агрохимии..., 2001).

Результаты. Определено, что содержание всех изучаемых ТМ, за исключением Cd, в корнях пырея в условиях аэротехногенного загрязнения заметно выше, чем в надземной части. Отмечается большая аккумуляция Cd в надземной части пырея, чем в корневой системе на площадках в 1.2 и 15 км от НчГРЭС. Это может быть связано с низкой барьерной функцией пырея по отношению к Cd. По мере удаления от источника выбросов наблюдается снижение содержания ТМ в растениях. На расстоянии 20 км от НчГРЭС отмечается заметный рост содержания в надземной части пырея Cu, Pb, Ni, Cr и Zn по сравнению с мониторинговой площадкой, расположенной в 15 км от предприятия. Однако общая тенденция преимущественного накопления ТМ в корневой

системе сохраняется. По абсолютному содержанию в надземной части пырея ползучего в условиях максимальной техногенной нагрузки ТМ представляют собой следующий ряд:  $Mn > Cr > Zn \leq Pb > Cd > Cu \leq Ni$  (табл.). Превышение максимально допустимого уровня (МДУ) для Cr в 16–56 раз, для Pb в 1.5 раза и Cd в 1.7–3.7 раза указывает на наличие загрязнения ими растений на всех площадках мониторинга.

Таблица. Содержание ТМ в корнях и надземной части пырея, мг/кг

Направление и удаленность в СЗ направлении от НчГРЭС	Стебли/корни						
	Mn	Zn	Cr	Cu	Pb	Ni	Cd
1.2	10/27	5/17	8/14	1/3	5/9	1/1	1.1/0.3
15.0	1/3	3/14	8/14	1/1	2/1	1/2	0.5/0.3
20.0	13/16	9/22	11/28	3/3	8/14	3/4	0.1/0.2
МДУ	–	50	0.5	30	5	3	0.3

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-60055.

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

УДК 631.43

## УДЕЛЬНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ И ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.А. Чижмак

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
dahis93@gmail.com

Особенностью дисперсных систем, к которым относится почва, является четко выраженная поверхность раздела фаз. Величина раздела фаз непосредственно зависит от раздробленности частиц, это оценивается не только гранулометрическим составом, но и удельной поверхностью. С величиной удельной поверхности почвы связаны такие ее свойства, как, способность сорбировать воду, питательные элементы, газы.

Целью работы является выявление закономерностей соответствия удельной поверхности и реологических свойств почвы. Объектом изучения были средние образцы генетических горизонтов дерново-подзолистой почвы опорного пункта почвенного института им. В.В. Докучаева (Московская область, Пушкинский район, с. Ельдигино).

Изотерма низкотемпературной десорбции паров азота определена на анализаторе поверхности «СОРБТОМЕТР-М». Полная удельная поверхность рассчитана методом БЭТ и  $t$ -методом. Реологические свойства определяли с помощью ротационного вискозиметра «РЕОТЕСТ-2» с цилиндрическим измерительным устройством, при прямом и обратном ходе.

Значения удельной поверхности, рассчитанные методом БЭТ и  $t$ -методом, различаются, но имеют общую тенденцию к увеличению вниз по профилю. В верхних горизонтах площадь удельной поверхности –  $7 \text{ м}^2/\text{г}$  для метода БЭТ и  $4\text{--}5 \text{ м}^2/\text{г}$  для  $t$ -метода, в элювиальном и элювиально-иллювиальном горизонтах  $20\text{--}25 \text{ м}^2/\text{г}$  для метода БЭТ и  $16 \text{ м}^2/\text{г}$  для  $t$ -метода. В нижних (иллювиальных) горизонтах величины удельной поверхности достигают  $36\text{--}45 \text{ м}^2/\text{г}$  для метода БЭТ и  $25\text{--}33 \text{ м}^2/\text{г}$  для  $t$ -метода. Энергетическая константа ( $C_{\text{БЭТ}}$ ), рассчитанная из уравнения БЭТ, изменяется по профилю почвы. Минимальные значения наблюдаются в пахотном горизонте, в элювиальном горизонте резко возрастают и постепенно снижаются в иллювиальном горизонте.

Для характеристики механического поведения дерново-подзолистой почвы под сдвиговыми нагрузками в интервале скоростей от  $0.16$  до  $0.72 \text{ с}^{-1}$ , получена основанная реологическая кривая, форма которой характеризуется наличием петель. В пахотном и элювиально-иллювиальном горизонтах наблюдаются петли реопексии, а в иллювиальном горизонте – петля гистерезиса. Причем, наибольшая площадь петли соответствует горизонту ELB, а наименьшая пахотному горизонту.

По основной реологической кривой были определены константы:  $P_{\text{к1}}$ ,  $P_{\text{к2}}$ ,  $P_{\text{м}}$ , которые описывают характер течения системы. Сдвиговая прочность ( $P_{\text{к1}}$ ) и напряжение полного разрушения ( $P_{\text{м}}$ ) максимальны в элювиальном горизонте. Подобным образом изменяются значения константы  $C_{\text{БЭТ}}$ .

Работа рекомендована к.б.н, Т.Н. Початковой.



ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ  
ПОДВИЖНОГО ЖЕЛЕЗА В ПОЧВАХ:  
СЛОЖНОСТИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ

Э.А. Чурилова

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, ellina49ovi.com@ya.ru

В настоящее время реальной угрозой земледелию становится интенсивное переувлажнение почв, в первую очередь – черноземов. В публикациях отмечается, что на значительных территориях Европейской России развивается вторичный гидроморфизм, в лесостепи переувлажнение черноземов сопровождается их оглеением. Известно, что изменение окислительно-восстановительного режима вносит свои коррективы в миграционную способность ряда элементов, особенно с переменной валентностью, поэтому содержание подвижного железа может отражать степень проявления переувлажнения почв.

В Белгородской области развивается почвозащитное земледелие с контурно-мелиоративной организацией территории. В ФГБНУ «Белгородский НИИСХ» проводятся многолетние исследования по организации агроэкологического мониторинга в ландшафтном земледелии; в опыт включено две системы земледелия: обычная (зональная) и почвозащитная. В почвенном покрове участка ранее господствовали черноземы типичные и выщелоченные. В последние годы фиксируется нарастание площадей луговато-черноземных почв. Таким образом, на исследуемом участке наблюдается вторичный гидроморфизм. В связи с этим целью наших исследований было установление тенденций изменения содержания подвижного железа в почвах в условиях разных систем земледелия.

Нами было проанализировано 150 образцов почв и подпочвенных горизонтов из 12 скважин и 6 разрезов. Содержание подвижного железа измеряли в лаборатории ФГБУ «ЦАС Белгородский», рН водной суспензии определяли потенциометрическим методом.

В исследуемых почвах среднее содержание подвижного железа было максимальным на участке с обычной системой земледелия при крутизне склона 3–5° – 31.0 мг/кг. Минимальным этот показатель был на участке ландшафтной системы земледелия с крутизной склона 3–5° – 10.1 мг/кг. В почвообразующих породах содержание подвижного железа в целом выше, чем в почвах, максимум (обычная система земледелия, крутизна склона 3–5°) – 45.1 мг/кг, а минимум (ландшафтная, крутизна 1–3°) – 27.3 мг/кг.

Оценка значимости различий между средними по критерию НСР показала, что с вероятностью 95 % можно утверждать, что на склоне 3–5° в почве содержание подвижного железа в обычной системе земледелия выше, чем в ландшафтной.

Известно, что для образования глея в слабокислой среде окислительно-восстановительный потенциал должен быть понижен ощутимо больше, чем в кислой. Восстановление железа возможно при  $\text{pH} = 7$ , однако его переход в раствор и мобилизация в таких условиях остаются малоинтенсивными.

Коэффициент корреляции между  $\text{pH}$  водной суспензии и содержанием подвижного железа равен 0.11, что не позволяло говорить о наличии связи. В то же время разброс значений  $\text{pH}$  во всей выборке составил от 6.06 до 8.38. Исходя из предположения о большей подвижности железа в кислой среде, мы исключили из выборки значения  $\text{pH}$  выше 7 и соответствующие им концентрации подвижного железа. Коэффициент корреляции показателей в такой выборке составил 0.64, т.е. с вероятностью 95 % можно утверждать наличие слабой положительной связи между  $\text{pH}$  и содержанием подвижного железа в почвах с кислой реакцией. Расчет коэффициента детерминации показал, что 41 % варьирования содержания подвижного железа, обусловлено варьированием  $\text{pH}$ .

Почвы с кислой реакцией (серые лесные) встречались на участке с обычной системой земледелия. Этот факт приводит к тому, что во всех вариантах прослеживается тенденция большего содержания подвижного железа в почвах, по сравнению с ландшафтной системой.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Л.Л. Новых.

УДК 631.422

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ НЕФТЕПРОДУКТАМИ В  
ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛИНЕЙНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО  
УПРАВЛЕНИЯ МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА  
В.А. Шакуров

Российский государственный гидрометеорологический университет  
(РГГМУ), Санкт-Петербург, [axe-94@bk.ru](mailto:axe-94@bk.ru)

Проблема нефтяного загрязнения почв для нашей страны стоит достаточно остро. Нефтепродукты являются опасными поллютантами, так как при попадании в почву они изменяют ее физические, химические и биологические характеристики. В зависимости от климатических параметров и характеристики самой почвы, вещества могут мигрировать

вать, попадая в поверхностные и подземные воды, донные отложения, атмосферный воздух. В гумусовом горизонте количество углерода резко увеличивается, но ухудшается свойство почв как питательного субстрата для растений. Гидрофобные частицы нефтепродуктов затрудняют поступление влаги к корням, что приводит к гибели растений.

Объектом исследования является линейно-производственное управление магистрального газопровода (ЛПУМГ) в Приволжском федеральном округе. Его главная функция – эксплуатация участков магистрального газопровода. ЛПУМГ состоит из компрессорных станций (КС), складов горюче-смазочных материалов (ГСМ), газораспределительных станций (ГРС) и других объектов, обеспечивающих бесперебойную работу системы газопровода. КС оборудована компрессорными цехами (КЦ), газоперекачивающими агрегатами (ГПА) и очистными установками (ОУ). На КС осуществляется очистка транспортируемого газа от механических и жидких примесей, сжатие газа в центробежных нагнетателях, охлаждение газа после сжатия в специальных охлаждающих устройствах. Площадка ЛПУМГ расположена в зоне внутриконтинентального климата, в подзоне широколиственно-хвойных лесов на дерново-подзолистых высокогумусированных почвах.

Для оценки влияния ЛПУМГ на экологическое состояние почв было отобрано 22 образца (один из которых фоновый). В качестве фона был выбран участок в лесном массиве за границей СЗЗ дерново-подзолистой высокогумусированной почвы. Места отбора образцов внутри площадки ЛПУМГ располагались вблизи КЦ, ГПА, ГСМ и ОУ.

Наибольшее воздействие на состояние почвенного покрова оказывают пылеуловители и емкости для сбора газового конденсата. Превышение над допустимым уровнем загрязнения почв нефтепродуктами зафиксировано 2 раза: в обоих случаях составляет ( $>5000$  мг/кг). Также превышение над допустимым уровнем загрязнения почв нефтепродуктами зафиксировано в районе расположения камеры приема очистных установок ( $>5000$  мг/кг), в районе расположения площадок газоперекачивающих агрегатов: в 1-ом случае ( $>3000$  мг/кг), во 2-ом случае ( $>5000$  мг/кг). В остальных случаях превышения над допустимым уровнем загрязнения почв нефтепродуктами не зафиксированы, то есть концентрация нефтепродуктов в почве ( $<1000$  мг/кг).

8 из 21 пунктов почвенного контроля имеют концентрации нефтепродуктов в почве ниже фонового значения ( $<239$  мг/кг). Другие 8 пунктов почвенного контроля имеют концентрации нефтепродуктов в почве выше фонового значения, но ниже значения допустимого уровня загрязнения почв нефтепродуктами.

Несмотря на зафиксированные превышения над допустимым уровнем загрязнения почв нефтепродуктами, предприятием проводятся работы по рекультивации загрязненных земель. Рекультивация носит комплексный характер – применяются механические, физико-химические и биологические методы.

Работа рекомендована старшим преподавателем кафедры экологии Л.Е. Дмитричевой.

УДК.631.4

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ И КАРТИРОВАНИЕ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПАСТБИЩ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДЗЗ И ГИС ТЕХНОЛОГИИ

В.Х. Шеримбетов, Г.М. Набиева

Национальный университет Узбекистана им Мирзо Улугбека, Ташкент,  
vafo\_uz@mail.ru

Деградация пастбищных земель вызвана несколькими факторами, такими как перевыпас, ветровая эрозия, водная эрозия, засоленность засушливых территорий, химическое загрязнение почвы и др. Последующее обсуждение, главным образом, сосредоточено на проблеме выбивания пастбищ. Выбивание пастбищ связано с практикой допущения намного большего числа животных для пастбы в определенном месте, чем оно фактически может выдержать. В результате выбивание пастбищ различными типами домашнего скота представляет, возможно, самую существенную антропогенную деятельность, которая ухудшает природные пастбища и приводит к опустыниванию с точки зрения плотности растений, содержания химикатов в растениях, структуры сообщества и эрозии почвы (Manzano, Navar, 2000).

В республике общая площадь пастбищ составляет 20750.4 тыс. га, из них обеспечиваются водой 18058.6 тыс. га (Национальный отчет по состоянию земельных ресурсов РУз, 2014). Более 84.5 % от общей площади пастбищ расположены в 5 регионах республики: в Республике Каракалпакстан (23 %), в Навоийском (42 %), Бухарском (12.5 %) и Кашкадаринском (7 %) вилоятах. В этих же областях наблюдается наибольшее снижение продуктивности пастбищ: в Республике Каракалпакстан –25 %, Навоийском –28 %, Бухарском вилоятах –20 %. В целом, по республике около 10 млн.га пастбищ нуждаются в коренном улучшении (Национальный доклад о состоянии окружающей среды пользователей природных ресурсов в РУз, 2013).

Общая методология оценки состояния пастбищ поделена на 4 шага: 1. анализ изображений низкого-среднего разрешения на национальном и региональных уровнях Центральной Азии, чтобы получить определенные индикаторы. Изображения должны предпочтительно быть в виде данных временных рядов по индексу растительности MODIS, полученных в течение всего вегетационного сезона; 2. стратификация на основании климата, почвы и других факторов. Каждая страта – это однородная область, которая имеет подобные характеристики с точки зрения климата (изогиета), почвы и методов управления; 3. забор образцов. В каждой страте будут определены точки забора образцов в соответствии с изменчивостью в каждой страте. Будут получены изображения высокого разрешения (LandsatETM+, ASTER), чтобы извлечь подробную информацию относительно состояния пастбища и местной статистики; 4. для каждой страты используя результаты, полученные на выборочных точках, можно получить полную статистику.

Засоление почв исследуемой территории были изучены с помощью космоснимков по разным периодам за 1988–2014 гг. Для выделения засоленных почв использованы эталоны, выявленные по спектральным характеристикам соленосных участков. Было определено, что площади засоленных почв варьировали в 1988, 2000 гг. – от 27333 до 50057 га, что можно объяснить с особенностями климатических условий по годам. Площади засоления откартированы с использованием методов управляемой классификации. На основе эталонной выборки выделены соленосные площади, при переводе классифицированных снимков в векторный формат рассчитаны площади соленосных участков. Далее проводился статистический анализ со значениями выделенных площадей засоленных почв с 1988–2014 гг., где можно видеть характеризованные изменения. Засоление почв является одним из основных признаков деградации и влияния на продуктивность и разнообразие растительного покрова. Регулярный мониторинг растительного покрова с использованием космических снимков, подробное изучение особенностей аридных почв позволяет прогнозировать и предотвращать распространение засоленных земель региона.

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

К ОЦЕНКЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ И АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА  
В РАЙОНЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ  
(НА ПРИМЕРЕ ОАО «ТУЛАЧЕРМЕТ» И «ЕВРАЗ ВАНАДИЙ ТУЛА»)

Л.С. Щербакова

Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова,  
milyliy@yandex.ru

Как известно, промышленные предприятия являются мощным источником загрязнения окружающей среды: их атмосферные выбросы могут распространяться на десятки километров от заводских труб, оседая на поверхности почв и создавая ареалы экологического неблагополучия. Особенно актуально изучение загрязнённости окружающей среды на территориях, длительное время подвергающихся воздействию промышленных выбросов. К территориям такого рода можно отнести земли, прилегающие к предприятиям ОАО «Тулачермет» и «ЕВРАЗ Ванадий Тула» (Тульская область).

Целью проведенных исследований явилась оценка загрязнения атмосферного воздуха (по показателям состояния снежного покрова) и почв тяжелыми металлами в районе металлургических предприятий ОАО «Тулачермет» и «ЕВРАЗ Ванадий Тула Тульской области. Исследования проводились в период с 2013 г. по 2015 г. Пробоотбор снега и почв проводился по румбам – основным радиальным направлениям, включающим санитарно-защитную зону предприятий и территории, прилегающие к ней. Перечень загрязняющих веществ (ванадий, хром, марганец, железо, цинк, медь, свинец, кадмий), анализировавшихся в снеге и почвах, определялся сведениями о составе выбросов из тома нормативов ПДВ промышленных предприятий. На основании выполненных анализов проводился расчет различных показателей пылевой нагрузки на изучаемую территорию, а также – суммарный показатель загрязнения почв  $Z_c$ . Для всех индивидуальных и интегральных показателей состояния снега и почв были построены картосхемы пространственного распределения.

Было установлено, что качественный состав атмосферной пыли в исследуемом районе свидетельствует о значительном влиянии металлургических предприятия ОАО «Тулачермет», ОАО «ЕВРАЗ Ванадий Тула» на повышенное содержание в ней всех изучаемых металлов – ванадия, хрома, железа, марганца. Концентрация этих веществ в атмосферной пыли как непосредственно в районе предприятий, так и на удалении от них выше, чем в пыли фоновой территории (Заокский район

Тулской области) в десятки, сотни и тысячи раз. Для всех без исключения 44-х площадок пробоотбора была определена категория «очень высокий уровень загрязнения» и по суммарному показателю загрязнения снежного покрова  $Z_s$ , и по суммарному показателю нагрузки  $Z_p$ .

Содержание тяжелых металлов в почвах некоторых пробных площадок, расположенных как в пределах санитарно-защитной зоны, так и за её пределами, изучаемых предприятий превышают санитарно-гигиенические нормативы. Наблюдается тенденция увеличения концентраций загрязняющих веществ на северо-запад от предприятий. Содержание ряда тяжелых металлов соответствует 2-му и 3-му уровням загрязнения.

Значения суммарного показателя загрязнения почв  $Z_s$  свидетельствуют о неблагоприятном состоянии почвенного покрова на территории, расположенной северо-западнее металлургических предприятий.

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.А. Макаровым.

УДК 631.4

## УТИЛИЗАЦИЯ ФОСФОГИПСА В УСЛОВИЯХ БАШКОРТОСТАНА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ ПОЧВ

А.Н. Ягудина, А.Н. Хасанов

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»,  
Уфа, yagodka3000@mail.ru

Одним из видов многотоннажных отходов является фосфогипс – побочный продукт производства экстракционной фосфорной кислоты, получаемой при разложении фосфатного сырья или апатитового концентрата смесью серной и фосфорной кислот дигидратным способом, образующийся на химических заводах, производящих востребованные удобрения для сельского хозяйства. Химический состав фосфогипса в основном определяется качеством используемого фосфатного сырья, а также способом производства продукции. Фосфогипс, прежде всего, вследствие загрязненности фосфатными, фтористыми и другими соединениями, не находит непосредственной полной утилизации путем переработки в общественно необходимые продукты и накапливается в значительных количествах на специальных полигонах складирования.

Проблема утилизации и хранения фосфогипса актуальна во многих странах мира. В частности, в нашей республике накоплено 11 млн. тонн фосфогипса. Хранилища фосфогипса могут являться комплексными источниками загрязнения и деформации окружающей среды: они

нарушают рельеф местности, прерывают или изменяют естественный поток внутрипочвенной миграции вещества, обогащают ландшафт техногенными веществами, изменяют характер приземных потоков воздуха, влияют на показатель влажности участка. Наибольшую опасность представляют химические примеси, содержащиеся в форме водорастворимых и летучих соединений. В составе фосфогипса преобладает физический песок, содержится большое количество кальция (до 30 % в расчете на элемент), серы (до 24.3 %), неразложившихся фосфатов (до 4 %), а также кремний (около 0.3 %) и немало микроэлементов. Наряду с ценными веществами, состав включает токсичные элементы: стронций, фтор, кадмий, свинец, хлор. Фосфогипс содержит примеси неорганических и органических соединений, водорастворимых и водонерастворимых, адсорбированных на поверхности кристаллов и встроенных в кристаллическую решетку. Кроме того, в фосфогипсе могут содержаться радиоактивные вещества и редкоземельные элементы.

В мировой практике разработаны различные пути утилизации фосфогипса. Как правило, эти мероприятия очень разнообразны, что также связано со значительными затратами труда и средств. Согласно исследованиям Мельникова Л.Ф. (2007), фосфогипс может быть использован в сельском хозяйстве для получения медленно растворяющихся веществ пролонгированного действия. Одним из важных факторов, влияющих на плодородие почв, является обеспеченность их доступными для растений соединениями фосфора. Фосфатное состояние почв сегодня определяет минимальный уровень урожайности сельскохозяйственных культур. В Республике Башкортостан наблюдается дефицит фосфорных удобрений, в связи с этим стоит вопрос об освоении полигонов фосфогипса с целью его использования в комплексе с птичьим пометом для необходимого поиска путей решения для улучшения плодородия почвы. Внесение органических удобрений или компостов на фоне внесения фосфогипса обеспечивает увеличение числа почвенных микроорганизмов, повышение плодородия почв, способствует улучшению физико-химических свойств, водного и питательного режимов почв.

Применение фосфогипса, как высокоэффективного энерго- и ресурсосберегающего фактора, актуально и чрезвычайно перспективно. Очень важно природоохранное значение применения фосфогипса, так как при этом не только освобождаются тысячи гектаров земли, занятых отвалами, но и обогащаются почвы кальцием, кремнием, фосфором, серой и комплексом микроэлементов.

Работа рекомендована д.б.н., проф. И.К. Хабировым.



Секция VII  
*Биология почв*

УДК 631.46

## МЕТАГЕНОМНЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ ГИДРОЛИТИЧЕСКОГО ПОЧВЕННОГО МИКРОБИОМА В МОДЕЛЬНЫХ ОПЫТАХ

Н.А. Бгажба

Ф-т почвоведения МГУ им.М.В. Ломоносова, natali9020010@mail.ru

Почвенная метагеномика – интенсивно развивающаяся в последнее время область применения молекулярно-генетических методов для анализа разнообразия и филогенетической структуры микробных сообществ почвы. Большинство исследований в области метагеномики почв (как и других природных местообитаний) касаются анализа нативных микробных сообществ, поиска новых видов микроорганизмов и выявления принципов микробной биогеографии, но подобные методы могут быть не менее востребованы в лабораторных опытах с почвенными микроекосмами. Контролируемые условия в подобных опытах помогут свести к минимуму влияние сторонних факторов на крайне чувствительный почвенный микробиом.

В данной работе метагеномный подход использовался в модельном опыте с внесением в почву полисахаридов (целлюлозы, пектина и хитина) для анализа структуры гидролитического почвенного микробного сообщества.

Целями данной работы являлись анализ таксономической структуры микробиомов различных почв с внесением полисахаридов и апробация высокопроизводительного секвенирования тотальной ДНК для почвенно-биологических модельных опытов.

Объектами исследования являлись образцы верхних горизонтов шести почв: чернозема типичного («Каменная степь», Воронежская область), дерново-подзолистой почвы (АБС «Чашниково», Московская область), солонча мелкого светлого (район Борси, Казахстан), серой лесной маломощной почвы (Тульская область, Щекинский район), урбостратозема типичного (Москва, Новодевичий монастырь, культурный слой) и каштановой остаточной солонцеватой среднемощной почвы (Волгоградская область).

Почва увлажнялась до 60 % от ПВ и инкубировалась в течение 14 суток с внесением полисахаридов: пектина, хитина, целлюлозы. Контрольные варианты инкубировали без внесения полисахаридов. На 14 сутки сукцессии проводилось выделение суммарного ДНК и высокопроизводительное секвенирование по 16S рРНК при помощи пиросеквенатора GSJunior. Обработка данных проводилась при помощи про-

граммы «QIME». Различие структуры бактериальных сообществ разных образцов (бета-разнообразие) анализировали при помощи UniFrac (Lozupone, Knight, 2005). Разнообразие прокариотных сообществ различных горизонтов оценивалось по нескольким показателям: по количеству выделенных ОТЕ по индексу Шеннона и индексу Chao1, оценивающему предположительное реальное количество ОТЕ в сообществе.

По результатам работы представляется возможным сделать выводы, что при внесении полисахаридов изменяется таксономическая структура исследованных почвенных микробиомов. Для разных почв и использованных полисахаридов обнаруженные различия варьируют от небольших изменений до полной смены доминирующих таксонов. Общий таксономический анализ суммарной ДНК представляется полезным методом для модельных опытов, дающим развернутую информацию о таксономическом составе микробного сообщества. Однако следует использовать его в сочетании с другими методами (FISH, метод посева), так как трактовка результатов только лишь метагеномного анализа часто может быть затруднена.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Манучаровой Н.А. и м.н.с. НИИ им. Докучаева Черновым Т.И.

УДК: 582.28

## ГРИБНАЯ БИОМАССА И СОСТАВ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ГРИБОВ В НЕКОТОРЫХ ГРУНТАХ ЛИТОРАЛИ И ДОННЫХ ОСАДКАХ БЕЛОГО МОРЯ (РУГОЗЕРСКАЯ ГУБА КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА)

Е.В. Бондарева

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
факультет почвоведения, Москва, Россия, [lektorsha@bk.ru](mailto:lektorsha@bk.ru)

В отличие от наземных экосистем, закономерности распространения и формирования грибных сообществ в морской среде, изучены существенно меньше. В то же время формирование осадков в водных экосистемах во многом сходно с процессами образования почв. Ряд отечественных и зарубежных исследователей рассматривают донные образования как «субаквальные почвы», имеющие свои особенности формирования. Известно, что в наземных почвах грибы являются одними из доминирующих по биомассе организмов. Одним из характерных свойств развития грибов в почвах наземных экосистем является формирование их особых комплексов в прикорневой зоне растений, т.е. формирование ризосферы и ризопланы. Однако, в целом, сведения о развитии грибов, их биомассе и составе в различных морских осадках – не

многочисленны. Насколько ризосферный эффект может быть выражен при развитии морских растений до сих пор вообще не изучено. Целью нашей работы было изучение влияния растительности на микобиоту некоторых грунтов Белого моря. В задачи входило определение содержания грибной биомассы и ее биоморфологической структуры, состава культивируемых грибов в грунтах литорали и глубоководных осадках, а также исследование разнообразия микобиоты прикорневой зоны *Zostera marina*, как доминирующего растения на нижней литорали.

Исследования проводили на побережье Белого моря, в окрестностях Беломорской Биологической станции им. Н.А. Перцова (ББС МГУ). Пробы литорального грунта отбирали на опесчаненной (Еремевский порог) и на заиленной литорали (Ермолинская губа). Отбор проб проводили в 5-и кратной повторности из прикорневой зоны в поселениях *Z. marina* и с участков без растительности (контроль). Пробы донных осадков отбирали в проливе Великая Салма, с глубины 30 м в 3-х кратной повторности в виде керна. В каждой проанализировали образцы с поверхности керна, с глубины 15 см и с глубины 30 см.

Для определения биомассы грибов и ее биоморфологической структуры применяли метод люминесцентной микроскопии, при окрашивании водным раствором калькофлюора белого. Для изучения видового разнообразия грибного сообщества использовали метод обрастания комочков на питательной среде сусло-агар с морской солью.

Нами установлено, что в исследованных пробах литоральных грунтов и донных осадков Белого моря присутствует мицелий грибов, а его содержание (в среднем от  $0.09 \pm 0.02$  мг/г до  $0.15 \pm 0.02$  мг/г) сопоставимо с таковым в некоторых почвах. Из исследованных грунтов выделено 34 морфотипа культивируемых грибов. Их состав представлен относительно широким набором видов из родов *Penicillium*, *Alternaria*, *Acremonium*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Geomyces*, *Fusarium*, *Mucor*. С наибольшей частотой и обилием выделялись виды *G.pannorum* и *P.commune*. Большинство выделенных видов в образцах встречались единично. По полученным данным, поселения высшего растения *Z. marina* могут влиять на состав микобиоты грунтов литорали. В прикорневой зоне происходит увеличение разнообразия выделяемых грибов, по сравнению с контролем. Впервые проведено комплексное изучение содержания биомассы, численности и разнообразия грибов в глубоководных донных осадках северного моря. Обнаружено, что с глубиной и численность, и разнообразие грибов в сублиторальных грунтах уменьшается.

Работа рекомендована д.б.н., в.н.с. факультета Почвоведения МГУ О.Е. Марфениной, к.б.н., н.с. ББС МГУ Е.Н. Бубновой.

СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО БАКТЕРИОЦЕНОЗА  
ПРИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИИ

А.С. Журавлева

Санкт-Петербургский государственный университет, yardgrave@mail.ru

Загрязнение нефтью и нефтепродуктами оказывает влияние на различные свойства почвы, что приводит к длительному ухудшению условий обитания педобионтов. Между тем, именно почвенная микрофлора осуществляет окисление нефти и обеспечивает процесс самовосстановления почвы после нефтезагрязнения.

Целью данной работы было исследование состояния почвенного бактериоценоза в загрязненной нефтью почве методом ПЦР.

Работу проводили на территории, прилегающей к нефтехранилищу в Малых Колпанах, где, по свидетельству жителей, вода в колодцах неоднократно имела характерный запах. При обследовании территории нами были обнаружены несколько разливов нефти разного срока давности, которые присыпали песком, и совсем свежие. Образцы грунта для анализа отбирали непосредственно из разливов, контролем служил чистый грунт.

Определение содержания нефти в образцах методом экстракции четыреххлористым углеродом показало, что ее количество составило в образце № 1 – 2 %, в образце № 2 – 6 %, в контроле – 0 %.

Анализ бактериоценоза методом ПЦР позволил исследовать разнообразие прокариот на уровне рода и оценить обилие каждого рода.

Установлено, что количество бактерий увеличилось при нефтезагрязнении, по сравнению с контролем, и достигло максимума в образце с 6 % нефти. Это связано с развитием бактерий, активно использующих циклические углеводороды в качестве питательного субстрата.

Разнообразие бактерий под действием нефти изменялось следующим образом: если в контроле были обнаружены представители 84 родов, то в образце с 2 % нефти – 92, с 6 % нефти – 56. Расширение разнообразия в образце с низким уровнем нефтезагрязнения обусловлено развитием видов-нефтедеструкторов и сохранением видов, которые не окисляют нефть, но устойчивы к ее низким дозам. В образце с 6 % нефти разнообразие сужалось за счет выпадения видов, для которых такой уровень нефтезагрязнения оказался токсичным. Бактериоценоз в этом образце сформировался преимущественно из видов-специалистов с высокой оксидазной активностью. Снижение конкуренции со стороны прокариот, чувствительных к высокой дозе циклических углеводородов,

обусловило активное развитие видов-нефтедеструкторов, благодаря чему численность бактерий в образце с 6 % нефти была максимальной.

Изменения в таксономическом составе бактериоценозов под действием нефти подтверждают тот факт, что увеличение численности прокариот происходило за счет развития видов-нефтедеструкторов. Так, в нефтезагрязненных образцах доминировали представители родов *Pseudoxanthomonas*, *Methylobacterium*, *Pseudomonas*, *Nocardioides*, *Mycobacterium*, которые, по результатам многочисленных исследований, выступают активными деструкторами углеводов в почве. В контроле основную массу бактерий составляли виды родов *Arenimonas*, *Sphingomonas*, *Novosphingobium*, которые не входят в число нефтедеструкторов. При этом, согласно рассчитанному коэффициенту Серенсена, по таксономическому составу различаются не только бактериоценозы, сформировавшиеся в контроле и при нефтезагрязнении, но и сообщества в образцах с 2 % и 6 % нефти.

Работа рекомендована доцентом кафедры агрохимии, к.б.н. Н.М. Лабутовой.

УДК 579.264 : 632.4

ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ФИТОПАТОГЕННОГО ПОЧВЕННОГО  
ГРИБА *FUSARIUM CULMORUM* И РИЗОСФЕРНЫХ  
АНТАГОНИСТИЧЕСКИХ БАКТЕРИЙ В РИЗОСФЕРЕ И  
НА КОРНЯХ ЯЧМЕНЯ

К.И. Кудрявцева

Санкт-Петербургский государственный университет,  
kudriavtseva\_k@mail.ru

Фитопатогенный почвенный гриб *Fusarium culmorum* является возбудителем заболеваний широкого круга сельскохозяйственных растений. Гриб распространен во всех типах почв, при этом борьба с фитопатогеном затруднена вследствие его гибкой стратегии выживания и отсутствия фунгицидов избирательного действия. Одним из перспективных методов снижения заболеваемости растений, вызванной *F. culmorum*, является внесение ризосферных антагонистических бактерий, способных сдерживать развитие фитопатогена. Изучение механизмов влияния антагонистических бактерий может помочь в разработке биопрепаратов, которые являются более действенными и менее токсичными аналогами применяемых фунгицидов, для снижения уровня заболеваемости фузариозами.

Целью работы было изучение механизма взаимоотношений антагонистических ризосферных бактерий и фитопатогенного гриба *F. culmorum* в ризосфере и на корнях ячменя. В работе использовались три штамма ризосферных бактерий: *Pseudomonas fluorescens*, *P. asplenii* и *Bacillus subtilis*. Наблюдения проводились на вторые и четвертые сутки после прорастания семян ячменя.

Проведенные исследования показали, что взаимоотношения антагонистических бактерий и фитопатогенного гриба носили различный характер в ризосфере и на корнях растений.

В ризосфере ячменя на начальных этапах развития растения все изученные штаммы антагонистических бактерий подавляли развитие фитопатогенного гриба, к четвертым суткам такое действие сохранялось только при добавлении *P. fluorescens*. Согласно результатам микроскопирования, механизмом подавления развития фитопатогена был лизис его мицелия бактериальными клетками.

В свою очередь, фитопатогенный гриб подавлял развитие ризобактерий *P. asplenii* и *B. subtilis*. Следовательно, взаимоотношения между фитопатогеном и этими антагонистами носили характер взаимного угнетения, то есть конкуренции. В то же время, *F. culmorum* не только не подавлял развитие *P. fluorescens*, но на ранней стадии развития ячменя стимулировал рост этих бактерий. Таким образом, штамм ризобактерий *P. fluorescens* оказался устойчивым к действию патогенна.

На корнях ячменя присутствие бактерий-антагонистов увеличило колонизационную способность гриба: площадь распространения мицелия фитопатогена по корню растения была в полтора раза больше, по сравнению с контролем. Для ризобактерий *P. fluorescens* и *P. asplenii* такой эффект наблюдался на вторые сутки, а для *B. subtilis* – на четвертые.

Несмотря на увеличение колонизационной способности *F. culmorum* в присутствии бактерий, заболеваемость растений корневой гнилью снижалась в среднем на 20 процентов в вариантах с *P. fluorescens* и *P. asplenii*. Бактериальный штамм *B. subtilis* не влиял на уровень заболеваемости ячменя.

В результате проведенного исследования установлено, что уровень развития корневой гнили ячменя не коррелировал с интенсивностью колонизации корней фитопатогеном. Существуют различные гипотезы, объясняющие полученный парадоксальный результат, однако для их проверки необходимы дальнейшие исследования.

Работа рекомендована доцентом кафедры агрохимии, к.б.н. Н.М. Лабутовой.

# ИЗМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВ ЯМСКОЙ СТЕПИ ПОД ВЛИЯНИЕМ АЭРОЗОЛЕЙ ГУБКИНСКО-СТАРООСКОЛЬСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ АГЛОМЕРАЦИИ (НА ОСНОВЕ МОНИТОРИНГОВЫХ ПЛОЩАДОК)

А.С. Мамонтова

Санкт-Петербургский государственный университет,  
inetsubstrat@yandex.ru

Важнейшей функцией почвы является её участие в регуляции биосферных процессов. Почва, как основное звено биогеохимического цикла элементов, служит стоком или источником парниковых газов и принимает участие в очищении биосферы от загрязнения. В связи с тем, что процессы минерализации и круговорота биогенных элементов осуществляются почвенными микроорганизмами, микробный компонент является ключевым фактором, определяющим и отражающим состояние почвы. Территория Ямской степи находится в непосредственной близости к источнику аэрального загрязнения тяжёлыми металлами Губкинско-Старооскольской промышленной агломерации. Целью работы является изучение биологической активности почв Ямской степи при воздействии аэрозолей тяжёлых металлов Губкинско-Старооскольской промышленной агломерации на основе мониторинговых площадок.

Принимая во внимание место расположения заповедного участка по отношению к крупным предприятиям Губкинско-Старооскольской промышленной агломерации, в качестве района исследований был выбран юго-западный сектор с удалённостью до 40 км от Лебединского ГОК, где во второй половине июля 2015 года в пяти мониторинговых пунктах было заложено 10 почвенных разрезов (по два в каждом мониторинговом пункте) с последующим морфологическим описанием и отбором проб на исследование микробиологической активности. Ввиду сложной ландшафтной дифференциации района, а также выявления возможного экранирующего влияния лесной растительности на поступление аэрозолей, закладка разрезов производилась в лесном и степном участках на одинаковых элементах рельефа. С глубин 0–5 и 5–10 см отбирались образцы для определения микробиологических показателей: микробиологической (дыхательной) активности почв ( $V_{\text{basal}}$ ) и скорости субстрат-индуцированного дыхания ( $V_{\text{sir}}$ ). Метаболический коэффициент ( $q\text{CO}_2$ ) определялся как соотношение  $V_{\text{basal}}$  к  $V_{\text{sir}}$ .

На основании проведённого исследования выявлено, что почвы в пределах мониторинговых площадок относятся к двум стволам, трём



отделам и четырём типам почв (серые, тёмно-серые, чернозёмы глинисто-иллювиальные и стратозёмы тёмногумусовые) в соответствии с «Классификацией и диагностиком почв России» (2004 г).

Значения показателя  $V_{\text{basal}}$  находятся в диапазоне от 0.7 до 1.7 мкгС/г·час в слое 0–5 см и от 0.5 до 1.4 мкгС/г·час в слое 5–10 см. Самые высокие значения  $V_{\text{basal}}$  на двух глубинах отмечены на расстоянии 1 км от Лебединского ГОК в пункте «Суры» на участке под лесной растительностью. Значения метаболического коэффициента ( $q\text{CO}_2$ ) варьируют от 0.06 до 0.25 в слое 0–5 см и от 0.50 до 0.23 в слое 5–10 см. Максимальные значения  $q\text{CO}_2$  наблюдаются в пункте «Должик» (6 км от Лебединского ГОК) – 0.25 в слое 0–5 см и 0.23 в слое 5–10 см. При антропогенном воздействии метаболический коэффициент в значении 0.1–0.2 указывает на угнетённое и нарушенное состояние микробного сообщества.

В дальнейшем планируется выполнить определение подвижных и валовых форм тяжёлых металлов для получения данных по корреляции между микробиологическими показателями и содержанием тяжёлых металлов. Кроме того, проводится определение активности почвенных ферментов, что послужит дополнительной характеристикой биологической активности почв под влияние загрязнения аэрозолями тяжёлых металлов.

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

УДК 631.10

## ИЗМЕНЕНИЕ ТРАНЗИТНОГО ГРИБНОГО СООБЩЕСТВА ПРИ ПАССАЖЕ ЧЕРЕЗ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНЫЙ ТРАКТ КИВСЯКОВ *PACHYLIS FLAVIPES* И *CILINDROIULUS CAEROLEOCINCTUS*

К.К. Соболева

Московский Государственный Университет им. М. В. Ломоносова,  
green.ksenia@mail.ru

Для нашего исследования мы отобрали московских кивсяков *Pachyils flavipes* и крымских *Cilindroiulus caeroleocinctus*. И тех, и других мы содержали на родной подстилке. При этом часть кивсяков сохранилась на свежей подстилке, а часть – на перепревшей.

Целью нашего эксперимента было сравнение грибного сообщества опада и свежих экскрементов комплексным структурно-функциональным методом характеристики микробных популяций в природе. Для оценки наших микробных сообществ мы использовали

метод светорассеивания. Суть метода заключается в следующем: суспензии организмов рассеивают свет и кажутся мутными, если показатель преломления организма отличается от показателя преломления среды. Микробиологический анализ проводят комплексным методом. Готовятся водные суспензии (1:10) почвы (корма) и копролитов дождевого червя. Бактерии десорбируются на вортексе «Multi Reax» фирмы Heidolph 20 мин. при 2000 об./мин. Для подавления роста грибов в суспензии добавляется антигрибной антибиотик нистатин на кончике петли. Концентрация бактерий в суспензиях определяется посевом на выбранные нами полимеры. В ячейки вносилось по 100 мкл исследуемой суспензии. Предусмотрены контроль на стерильность и на рост за счёт органического вещества суспензии. Рост ассоциаций бактерий определяется в динамике по оптической плотности при 620 нм на иммуноферментном анализаторе «Sunrise» фирмы «Tecan». По окончании инкубации состав возникших ассоциаций определяется посевом из ячеек на агаризованную ГПД среду. Одновременно по данным посева из ячеек устанавливается корреляция между оптической плотностью и концентрацией бактерий. Корреляционный анализ показывает, что наблюдается прямая линейная зависимость оптической плотности от концентрации бактерий в суспензии. Полученные в работе результаты свидетельствуют об увеличении численности г-стратегов, однако активизация гидролитиков не выявлена. Выводы: в исследованной почве физиологическое разнообразие бактерий гидролитиков велико (из 8 полимеров роста не было только на хитине). Физиологическое разнообразие не изменилось при пассаже; физиологическое состояние, т.е. метаболическая готовность ассоциаций к росту на полимерах не изменилась при пассаже через кишечник; в результате пассажа увеличивается доля ассоциаций с большими значениями максимальной удельной скорости роста, что указывает на увеличение г-стратегов в бактериальном транзитном сообществе при пассаже.

Работа рекомендована к.б.н. Якушевым А.В.

МИКРОБНЫЕ СООБЩЕСТВА ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА  
ЛИЧИНОК ТИПУЛИД

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 листовую и древесный опад. В настоящее время микробные симбионты изучены менее чем для 1 % личинок насекомых. Микробные симбионты личинок комаров-долгоножек – одни из наименее изученных.

В связи с этим целью нашей работы было комплексное изучение микробных сообществ пищеварительного тракта личинок типулид на примере личинок вида *Tipula maxima* Poda, 1761. В задачи исследования входили: определение активности азотфиксации в пищеварительном тракте личинок типулид и в почве, населенной ими; изучение процессов трансформации азота (азотфиксации, денитрификации) и углерода (эмиссии углекислого газа и метана) в почве, населенной личинками типулид; определение численности и таксономического и функционального разнообразия микроорганизмов в пищеварительном тракте личинок.

Объектами исследования служили личинки комаров-долгоножек *Tipula (Acutipula) maxima*, Poda, 1761 и образцы урбо-дерново-глеевой почвы, отобранные в затопленных понижениях рельефа на территории природного заказника Воробьевы горы (Москва). В работе были использованы методы газовой хроматографии, изотопный метод, метод посева на твердые питательные среды и метод мультисубстратного тестирования (МСТ).

Установлено достоверное влияние личинок на исследованные микробиологические процессы в почве. Отмечено достоверное увеличение активности актуальной азотфиксации в почве, эмиссии метана, потенциальной денитрификации и потенциальной эмиссии углекислого газа. Также впервые двумя методами установлена очень высокая нитрогеназная активность в пищеварительном тракте личинок и выявлено, что основным агентом азотфиксации в личинках является содержимое кишечника, а не микроорганизмы, ассоциированные с его стенками.

Методом мультисубстратного тестирования изучено функциональное разнообразие микробного сообщества почвы и пищеварительного тракта личинок.

Численность микроорганизмов в кишечнике личинок, определяемая методом посева на глюкозо-пептонно-дрожжевой среде, составляла  $1.3 \cdot 10^7$  КОЕ/г, в почве –  $2.1 \cdot 10^7$  КОЕ/г. Количество азотфиксирующих микроорганизмов в содержимом кишечника при посеве на твердую питательную среду Эшби составило  $0.9 \cdot 10^7$  КОЕ/г, для почвы этот показатель –  $1.2 \cdot 10^7$  КОЕ/г. Отмечена высокая численность азотфиксаторов в кишечнике типулид –  $10^7$  КОЕ/г, хотя обычно их численность не превышает  $10^6$  КОЕ/г.

Структура микробного комплекса пищеварительного тракта личинок типулид значительно отличается от структуры почвенного микробного комплекса. В кишечнике личинок доминируют представители семейства *Enterobacteriaceae*, в бродильной камере – рода *Muxococcus*, а также по сравнению с почвой в нем значительно выше численность целлюлозолитических бактерий – представителей порядка *Muxococcales* и родов *Cellulomonas* и *Cytophaga*.

Таким образом, нами было показано, что личинки комаров-долгоножек в значительной степени влияют на биологическую активность почв. В почве, населенной личинками типулид значительно увеличивается скорость процессов микробной трансформации азота и углерода, увеличивается скорость анаэробной минерализации органического вещества, а активность денитрификации и эмиссии углекислого газа лимитируется лишь количеством доступной органики. В пищеварительном тракте личинок типулид и населенной ими почве выявлена высокая численность азотфиксаторов.

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

Школьная секция

*Почвы как сердце экосистемы*

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ  
ООПТ «ЮЖНОЕ ПОБЕРЕЖЬЕ НЕВСКОЙ ГУБЫ»

А.А. Алехин, Д.В. Евсеев, Е.А. Осадчая

Педагоги: Н.Ф. Быстрова, Л.В. Ремнева

ГБУДО ДЮЦ «ПЕТЕРГОФ», ГБОУ средняя школа № 417,  
N\_Bistrova@mail.ru

Природный заказник «Южное побережье Невской губы» был основан в октябре 2013 г. с целью сохранения и восстановления ценных природных комплексов южного побережья Невской губы Финского залива и поддержания экологического баланса на территории Санкт-Петербурга.

Цель работы: проведение экологических наблюдений на южном побережье Финского залива на территории ООПТ «Южное побережье Невской губы».

Ставились следующие задачи:

1. Анализ литературных источников об охраняемых территориях Санкт-Петербурга.
2. Проведение некоторых гидрохимических исследований, измерение уровня радиации.
3. Обследование состояния прибрежной зоны.

Исследования проводились на территории участка «Собственная дача» в июне 2014 и 2015 гг., участках «Кронштадтская колония» и «Знаменка» в июне 2015 г. во время однодневных экологических экспедиций. Отмечали характеристику дна, состояние берегов, определяли некоторые органолептические и гидрохимические показатели качества воды (цветность, мутность, запах, pH, общая жесткость, нитраты, нитриты, общее содержание солей). Измерение уровня радиации проводили бытовым дозиметром RADEX. При проведении гидробиологических наблюдений использовали метод маршрутного описания и фотофиксации с последующей камеральной обработкой данных с использованием справочной литературы.

Заказник состоит из трех кластерных участков побережья Невской губы в пределах нижней террасы и склона литоринового уступа: «Кронштадтская колония», «Собственная дача», «Знаменка». Растительность заказника представлена в основном мелколиственными лесами и луговыми сообществами, сохранились участки старинных парков с широколиственными насаждениями. Прибрежные участки с тростнико-

выми и камышовыми зарослями являются местами концентрации водоплавающих и околоводных птиц на миграционных стоянках.

В ходе проведенных исследований было установлено:

1. Гидрохимические показатели соответствовали природным характеристикам водоема, за исключением параметра «мутность» в районе «Кронштадтской колонии», где за зарослями тростника вода приобрела желтовато-мутный оттенок. Причина – дноуглубительные работы ММПК «Бронка».

2. На всех территориях отмечено удовлетворительное санитарное состояние побережья. Требуется восстановить посадки широколиственных пород. Исторические объекты нуждаются в скорейшей реставрации или консервации.

3. Из бесед со специалистами мы узнали о планах сокращения площади кластерного участка «Кронштадтская колония». Мы надеемся, что значимость каждого километра плавней для обеспечения сохранности водоплавающих птиц все же выше, чем лишний километр территории порта.

Мы стараемся оказывать посильную помощь по поддержанию и восстановлению природных объектов на ООПТ:

– участвовали в акции по посадке дубов на участке «Собственная дача»;

– проводим наблюдения и рассказываем о своей работе одноклассникам и участникам конференций;

– разрабатываем познавательную игру для учащихся младших классов;

Мы готовы помочь поддержать природные объекты нашего Петродворцового района.

## БИОТЕСТИРОВАНИЕ КОМПОСТОВ КОФЕЙНОГО ЖМЫХА

К.А. Балутина, И.Д. Третьякова, Е.С. Кровш

Педагоги: О.Б. Кожина, М.А. Надпорожская

ГБОУ ДОД ДДТ Петродворцового района, ГОУ СОШ 412,

[ksbalu@mail.ru](mailto:ksbalu@mail.ru)

Кофейная гуща (жмых) является потенциально ценным органическим удобрением за счет высокого содержания органического вещества, азота, калия, фосфора и других элементов питания растений. Но применяют жмых пока еще недостаточно широко из-за его отрицательного влияния на почву и растения. Например, кофе на поверхности земли в

горшках с домашними цветами начинает покрываться плесенью, иногда разводятся мелкие мушки. Внесение кофейного жмыха в больших количествах может замедлять рост некоторых огородных растений. Чтобы избежать негативных эффектов, советуют кофейный жмых смешивать с почвой. Цель работы – установить оптимальную пропорцию смешивания этого органического субстрата с почвой. Биотестирование проводили по сертифицированной методике (2009). В качестве тест-объектов использовали семена ячменя (*Hordeum vulgare* L). Кофейный жмых смешивали с материалом гумусового горизонта дерново-подзолистой суглинистой почвы (С орг. 2 %) в отношении 1:20, 1:10, 1:5. Для контроля использовали чистые кофейный жмых и почву. Проращивание семян проводили при комнатной температуре и оптимальной влажности компостов в течение 4 дней. Затем измеряли длину стебля и главного корня. Для обработки полученных данных и построения диаграмм использовали программы IBM SPSS Statistics 22 и Microsoft Office Excel 2007. Полученные результаты показали, что жмых кофе, а также смесь кофейного жмыха с почвой 1:5 оказывают статистически достоверный токсичный эффект на развитие проростков (отличие от контроля –50 и –30 %) и корней ячменя (отличие от контроля –97 и –70 %). Чистый кофейный жмых приводил к почти полному подавлению роста корней, при этом стебли отрастали, хотя и были небольшие. Компосты кофейного жмыха с почвой 1:10 и 1:20 токсического влияния на проростки ячменя не оказывали.

Вывод. Опыт по биотестированию с проростками ячменя показал, что кофейный жмых, смешанный с гумусированной суглинистой почвой (С орг. 2 %) в отношении 1:10 и 1:20 теряет токсичность. Полученные результаты верны для начальных стадий развития ячменя. Природа токсичности кофейного жмыха требует дальнейшего изучения.

### Литература

Методика выполнения измерений всхожести семян и длины корней проростков растений для определения токсичности техногенно-загрязненных почв. М-П-2006. Федеральный реестр (ФРЛ.1.39.2006.02264). Санкт-Петербург. 2009. 19 с.

Авторы выражают благодарность за помощь в работе доценту кафедры агрохимии биологического факультета СПбГУ Кириллу Леонидовичу Якконену.



ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И СОЛЕЙ ТЯЖЕЛЫХ  
МЕТАЛЛОВ НА РАЗВИТИЕ И ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ПОЧВЕННЫХ  
ИНФУЗОРИЙ *COLPODA CUCULLUS*

Н.Д. Беляева, Т.А. Соколова, Ю.Д. Гришина

Педагоги: Т.А. Иудина, Г.В. Хлебосолова, С.С. Рябова

ГБОУ школа № 376, 643; ГБОУ ДОД ДД(Ю)Т Московского района, г.  
Санкт-Петербург, [eco\\_ddut@mail.ru](mailto:eco_ddut@mail.ru)

Почва является неисчерпаемым источником живых организмов: беспозвоночных, микроорганизмов, в том числе и инфузорий, а также основным хранилищем генетического разнообразия почвенных животных на Земле. Теоретическая значимость изучения почвенных организмов заключается в том, что выявив видовой состав цилиофауны почв разных биоценозов и рассмотрев их морфофизиологические адаптации к почвенным условиям, можно предположить возможные пути морфоэкологической эволюции цилиат. Полученные результаты по распространению инфузорий в биотопах, изучение структуры видов доминантов, их жизненных циклов и сезонной динамики, рекомендуется использовать при моделировании почвенных биоценозов. Инфузории могут являться индикаторными организмами различных типов почв.

Перед данной работой была поставлена цель: изучить ответную реакцию почвенных цилиат *Colpoda cucullus* на разные концентрации широко применяемых в сельскохозяйственной практике азотных удобрений и ацетата свинца, как наиболее вредного вещества для живых организмов.

В задачи исследования входило: на основе литературных данных познакомиться с жизненным циклом почвенных инфузорий *Colpoda cucullus*. Изучить влияние разных доз азотсодержащих минеральных удобрений на развитие и жизненный цикл *Colpoda cucullus*. Выяснить влияние разных доз ацетата свинца на развитие и жизненный цикл инфузорий *Colpoda cucullus*. Изучить адаптивные особенности почвенных инфузорий в результате воздействия на них солей тяжелых металлов.

Объектом настоящего исследования явились инфузории рода кольпода, обитающие в верхних горизонтах А<sub>0</sub> и А<sub>1</sub> почв леса Ленинградской области.

Для изучения инфузорий, выделенных из почвенных образцов, использовали морфологические, морфометрические, цитохимические, математические методы исследования, применяемые как в протозоологической, так и в микробиологической практике.

В результате исследования изучена биология почвенных инфузорий *Colpoda cucullus* и выявлено влияние разных концентраций минеральных удобрений, применяемых в сельском хозяйстве, на их жизненные циклы. В результате использования почвенных инфузорий *Colpoda cucullus* в качестве тест объекта, было установлено, что минеральные удобрения блокируют процесс размножения при концентрации раствора 615 мг/л, увеличение концентрации раствора (до 700 мг/л) приводило к гибели клеток. Установлено, что более щадящее действие на почвенных инфузорий оказывает одновременное внесение органических и минеральных удобрений, или извести и минеральных удобрений. Это способствует снижению кислотного характера минеральных удобрений, и в меньшей степени отражается на почвенных инфузориях.

Растворы солей свинца нарушают жизненный цикл *Colpoda cucullus*, что в итоге, при концентрации раствора 0.125 % приводит к гибели популяции.

Обнаружена некоторая устойчивость инфузорий к воздействию ацетата свинца. Почвенные инфузории *Colpoda cucullus* являются генетически разнородными (полиморфными видами), благодаря чему в лабораторной культуре формируются популяции устойчивые к раствору ацетата свинца с концентрацией 0.1 %. Адаптация почвенных инфузорий к ацетату свинца осуществляется из-за гетерогенности природных популяций.

УДК 631.4

## ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ОКРЕСТНОСТЕЙ пос. БАЛАГАНСК ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ И НЕОБХОДИМОСТЬ ЕГО СОХРАНЕНИЯ КАК ЦЕНТРАЛЬНОГО ЗВЕНА ПРИРОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

К.Д. Бурзунов<sup>1</sup>, Д.Д. Бурзунов<sup>2</sup>

Педагог: Н.А. Мартынова

<sup>1</sup> 7 класс, МБОУ гимназия № 2, <sup>2</sup> 9 класс, лицей ИГУ, г. Иркутск,  
kirill.burzunov@mail.ru

На левом берегу Братского водохранилища в 281 километре от Иркутска расположен поселок Балаганск. Холмисто-увалистая местность района покрыта таежными лесами с преобладанием ели, сосны и лиственницы, лесостепными и степными участками. Обширная зона так называемой Балаганской степи с разнообразной степной флорой простирается в долинах р. Ангары и Унги. В поймах и на нижних террасах рек с луговыми формами растений встречаются высокопродуктивные суходольные луга, используемые под сенокосы.

В геологическом строении территории принимают участие осадочные терригенные породы платформенного чехла Сибирской платформы. В пределах территории развиты позднекембрийско-раннеордовикские песчаники, алевролиты, оолитовые известняки и доломиты с прослоями карбонатно-терригенных гипсоносных отложений, частично перекрытых четвертичными лессовидными покровными суглинстыми отложениями.

Проведенное нами в рамках полевой учебной практики ИГУ исследование почвенного покрова окрестностей пос. Балаганск позволило познакомиться с разнообразными типами почв. Степные пространства средних и высоких террас рек Ангары, Куды, Иды, Осы, Заларей, а также нижние части склонов занимают черноземы. Они сформировались на элювиально-деллювиальных образованиях кембрийских алевролитов и перекрывающих их лессовидных карбонатных суглинков под пологом травянистой растительности. Среди черноземов были выделены черноземы дисперсно-карбонатные и черноземы глинисто-иллювирированные. Те и другие обладают мощной гумусовой толщей, а значит – высоким плодородием, дают хорошие урожаи. Плодородию почв способствует их карбонатность, которую мы определяли визуально в средней части профиля – по наличию мицелия карбонатных новообразований и по «вскипанию» от 10 % HCl. На более низких террасах мы познакомились с олуговелыми черноземовидными и темногумусовыми глееватыми (каштановидными) почвами. Влияние мерзлоты диагностировалось по холоду нижних частей разреза, чему, наверное, способствует близость вод водохранилища. Подтягивание воды по капиллярам глинистых пород и периодическое повышение уровня вод водохранилища приводит к вытеснению воздуха и развитию глеевого процесса.

Под травянистыми разнотравно-злаковыми сосново-березовыми разреженными лесами мы диагностировали развитие серых и серых метаморфических (серых лесных) почв, а под пологом лиственнично-сосновых лесов – буроземов элювирированных. Наличие тяжелых по составу и карбонатных лессовидных пород затормаживает развитие оподзаливающего действия кислого опада хвойных лесов и способствует оглиниванию. Более плодородные темно-серые почвы проградированы – т.е. распаханы и используются в сельском хозяйстве.

Проведенное исследование позволило нам выделить некоторые специфические черты почв окрестностей пос. Балаганск: 1. красноцветность почв, развитых на продуктах выветривания кембрийских плиток алевролитов; 2. глинистость; 3. карбонатность. 4. сложный характер генезиса почв, что подтверждается двучленностью пород и встречаемыми погребенными гумусовыми горизонтами.

Интересная сложная история развития балаганских почв, связанная с изменением климатических условий в регионе, сменой лесных и степных пространств, отражающаяся в их профиле, высокое плодородие, обосновывают необходимость их охраны как центрального звена функционирования и сохранения, экосистем региона, как «сердца» ландшафта.

УДК 574.5

ЭКОЛОГО-КРАЕВЕДЧЕСКАЯ ТРОПА  
В ПОСЕЛЕНИИ МАРТЫШКИНО

Е.А. Волькова, К.В. Киямова

Педагоги: Н.Ф. Быстрова, Л.В. Ремнева

ГБУДО ДЮЦ «ПЕТЕРГОФ», ГБОУ средняя школа № 417,  
N\_Bistrova@mail.ru

Мы живем и учимся в Мартышкино. Наш микрорайон в последние годы активно застраивается. Растет количество населения, которое не знакомо с историей и природными особенностями нашей местности.

Цель работы: разработать проект эколого-краеведческой тропы в микрорайоне Мартышкино. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Выбрать маршрут эколого-краеведческой тропы, который может быть использован разными категориями посетителей и проводников.

2. Используя информационные источники, подготовить рабочий материал для проводников.

3. Представить проект эколого-краеведческой тропы для обсуждения в школе, и провести пробные виртуальные экскурсии.

При выборе маршрута учитывались следующие условия:

доступность; эстетическая привлекательность; информационная емкость.

Наша экологическая тропа поможет повысить информированность детей, возможно и взрослых, о местности, где они проживают, о природе, которую надо беречь. Эстетическая привлекательность маршрута определяется разнообразием и привлекательностью природных и культурных объектов. Мы планируем работу проводников в период с конца апреля – начала мая по октябрь месяц, когда природные объекты наиболее привлекательны и легко идентифицируются.

Информативность, т.е. способность удовлетворить познавательную потребность людей по отношению к природе на данной тропе, мы планируем реализовать с помощью буклетов и устного рассказа экскурсовода.

При выборе маршрута исходили из существующей дорожной сети. Старались сделать маршрут максимально безопасным.

Разрабатываемая экологическая тропа будет рассчитана, как минимум на три категории граждан: младших школьников; учащихся общей школы; интересующихся взрослых. Перечень остановок, предусмотренных на экологической тропе, темы, которые будут отражены в рассказе проводников:

1. Берег Финского залива: Памятник природы – валун. История возникновения поселения Мартышкино. Гидрохимические и гидробиологические наблюдения.

2. Улица Морская. Лютеранская церковь: Ингерманландия. (Весна – хохлатка плотная – городские первоцветы)

3. Улица Жоры Антоненко. Школа № 417: Балтийско-Ладожский глинт. Определение некоторых физических параметров окружающей среды. (Температура воздуха. Уровень радиации). (Весна – мать-и-мачеха).

4. Улица Морская. Мемориал: Ораниенбаумский плацдарм. Транспортный поток. Определение интенсивности движения. (Весна – гусиный лук, тюльпаны)

5. Улица Морская. Дубы (для учащихся младшей школы), Наблюдения за деревьями. (Весна – ветреничка дубравная). Загадки.

Усадьба Мордвиновка. Дубы. Метод определения плотности произрастания. Пробные площадки. Викторина – итоги экскурсии.

Время прохождения экскурсантами разработанного маршрута для младшей школы составляет примерно 1.5 часа, полный маршрут – 2 часа. Экологическая тропа разрабатывается как организованная, то есть предназначенная для прохождения с проводником. Мы планируем создание буклетов и виртуальной версии на сайте. Разработаем игровые программы для начальной школы, которые подготовят детей к лучшему восприятию информации на тропе.

## МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ГОРОДА САРАТОВА

И.С. Зикеева, Н.С. Трофимов, Ю.В. Ницевич

Педагоги: М.А. Сафарова, Г.М. Карпенко

Муниципальное общеобразовательное учреждение Лицей № 15  
Заводского района г. Саратова, Smdal@mail.ru

Почва, особое природное образование, обладающее рядом свойств, присущих живой и неживой природе; состоит из генетически связанных горизонтов, возникающих в результате преобразования поверхностных слоев литосферы под совместным воздействием воды, воздуха и организмов; характеризуется плодородием. По отношению к окружающей среде и человеку почва выполняет еще одну важную роль – протекторную. Однако возможности почвы в этом отношении не безграничны, а уровень техногенного прессинга все возрастает, поэтому все чаще наблюдаются случаи опасного загрязнения почв, оказывающих негативное влияние на состояние экосистем городов и здоровье людей.

*Мы решили исследовать степень загрязнения почв в городе, являющимся промышленным центром Поволжья.* Отобрали пять образцов почвы из различных районов Саратова: Заводской район (ул. Брянская около завода ОАО «СНПЗ» (образец 1) и пр. Энтузиастов 14 автомагистраль (образец 2)), Набережная (образец 3), Городской парк (образец 4), парк Липки (образец 5). Мы оценили внешний вид отобранных проб (цвет, структуру, наличие новообразований). Почва, собранная в городе Саратове, как правило, имеет включения неорганических компонентов, камней, остатков мусора. Мы определили влажность почвы методом гравиметрии. Наибольшую влажность имеет почва, собранная в районе Городского парка, наименьшую – почва около завода СНПЗ.

Следующим этапом нашей работы было приготовление водной вытяжки почвы, так как растениями в первую очередь поглощаются водорастворимые соединения. Избыточные количества растворимых солей создают повышенную концентрацию ионов в почвенном растворе, а это снижает плодородие почвы. Затем с помощью портативного кондуктометра DIST-2 определили общую минерализацию водной вытяжки. Кондуктометр измеряет электропроводность растворов в пересчете на содержание NaCl. Результаты: Образец № 1 – 1.38 г/литр, образец № 2 1.25 г/литр, образец № 3 – 0.75 г/литр, образец № 4 – 0.46 г/литр, образец № 5 – 1.04 г/литр. Такие результаты говорят о среднем содержании солей в пробах, наибольшая минерализация в образцах 1 и 2.

Далее с помощью рН-метра Checker-1 нами была определена кислотность. рН составил: образец № 1 5.65, образец № 2 – 5.83, образец № 3 – 7.05, образец № 4 – 6.83, образец № 5 6.05. Из полученных значений делаем вывод, что образцы 1, 2 имеют слабокислую среду, возможно, вследствие загрязнения соединениями с кислотными свойствами (например, при растворении выхлопных газов), в остальных случаях рН близко к нейтральному.

Определение окислительно-восстановительного потенциала почвы. Для измерения используется иономер Аквилон И-500 с платиновым и хлорсеребряным электродами. Образец почвы помещается в полиэтиленовый пакет, добавляем дистиллированную воду и перемешиваем до образования однородной массы. С помощью иономера измеряем ЭДС цепи.  $E_y = E_{0-в} - E_{хс}$ ,  $E_{0-в} = E_y + E_{хс}$ ,  $E_{хс} = 201$  мВ. Для образцов почвы окислительно-восстановительный потенциал  $E_{0-в}$  имеет следующие значения: образец № 1 – 355.6 мВ, № 2 – 370.9 мВ, № 3 – 389.1 мВ, № 4 – 356.0 мВ, № 5 – 367.8 мВ, следовательно, в почве преобладают слабо восстановительные процессы. Для нормального развития растений подходят такие значения окислительно-восстановительного потенциала.

Таким образом, исходя из результатов разностороннего исследования образцов почвы нами выяснено, что наименее загрязненный – образец № 4, наиболее загрязненные – образцы 1 и 2. Международные декларации и соглашения по проблемам природопользования утверждают значение почвы как всеобщего достояния человечества, рационально использовать и охранять которое должны все люди Земли.

УДК 631.438.2

## МОНИТОРИНГ АКТИВНОСТИ ЦЕЗИЯ-137 В СФАГНОВОМ ОЧЕСЕ БОЛОТНЫХ ПОЧВ

Е.Д. Иванов

Педагог: Д.М. Иванов

ГБОУ СОШ № 277 [evgeniy\\_ivanov2000@mail.ru](mailto:evgeniy_ivanov2000@mail.ru)

При измерении активности  $^{137}\text{Cs}$  в горизонтах торфяно-глеевой почвы верхового болота из монолита, отобранного в Гатчинском р-не Ленинградской обл. в точке с координатами (N 59°04.775', E 030°25.527'), было установлено, что концентрация  $^{137}\text{Cs}$  уменьшается по почвенному профилю от 540±54 Бк/кг в торфяном горизонте до 380±38 Бк/кг в перегнойном горизонте. При этом максимальная концентрация  $^{137}\text{Cs}$  составившая 830±83 Бк/кг была обнаружена в очесе сфагнового мха.

Цель работы – провести мониторинг активности  $^{137}\text{Cs}$  в очесе сфагнового мха.

Для достижения указанной цели был проведен сбор материала, его высушивание и измерение активности  $^{137}\text{Cs}$  на приборе радиометр «Бета».

Материалом для исследования послужил очес сфагнового мха, собранный в следующих местах сбора (Гатчинский р-н, Ленинградская обл.):

Болото Озерное (Заказник «Мшинское болото»). Почва торфяно-глеявая. Древостой – угнетенная болотная форма сосны обыкновенной. Сбор проводился в точках с координатами (N 59°03.589', E030°17.626') и (N 59°03.745', E030°17.679').

Небольшое болото, изолированное лесом и грунтовой дорогой, идущей от станции Чаща к садоводческому товариществу «Волна» (N 59°04.781', E030°25.326'). Древостой – сосна и береза.

Пойма р. Кременка (N 59°04.823', E030°27.638'). Почва болотно-подзолистая. Березы разного возраста и подрост из ели, рябины, крушины.

Нами были получены следующие данные. В сухом очесе с болота Озерное активность  $^{137}\text{Cs}$  составляет  $621 \pm 60$  Бк/кг и  $686 \pm 70$  Бк/кг в двух местах сбора, отстоящих на расстоянии 300 м друг от друга. В очесе, собранном на болоте, расположенном по дороге от станции Чаща до садоводства «Волна», активность составила  $590 \pm 60$  Бк/кг. Сфагновый очес из поймы реки Кременка показал активность  $640 \pm 64$  Бк/кг.

Для сравнения с полученными данными нами также была проанализирована активность  $^{137}\text{Cs}$  в торфе, поставляемом для сельского хозяйства и личных хозяйств в мешках по 250 л. В верховом сфагновом торфе «Агробалт» производства ЗАО «Росторфинвест» активность составила  $208 \pm 21$  Бк/кг, а в Торфе нейтральном ООО «Северо-Западная торфяная компания» активность составила  $133 \pm 14$  Бк/кг.

Следует отметить, что активность  $^{137}\text{Cs}$  в сфагновом очесе достаточно высокая. Полученные данные можно сопоставить с допустимым значением активности  $^{137}\text{Cs}$  в сухом лекарственном сырье растительного происхождения, где она составляет 400 Бк/кг.

Такое распределение  $^{137}\text{Cs}$  по почвенному профилю и его концентрация в сфагновом очесе обусловлены повышенной кислотностью почвы, рН которой составляет 3.5–4.0. Также миграции  $^{137}\text{Cs}$  способствует водный режим торфяных отложений, связанный с избыточным увлажнением.



Выбор окрестностей массива садоводческих некоммерческих товариществ «Чаша» в качестве района исследования связан с тем, что они несут повышенную рекреационную нагрузку в летне-осенний период и являются одним из мест отдыха жителей Санкт-Петербурга.

Полученные данные планируется использовать для оценки коэффициентов накопления  $^{137}\text{Cs}$  в пищевых лесных ресурсах и лекарственных травах, собираемых садоводами и членами их семей на болотах, в заболоченных участках леса и в пойме реки Кременка.

При этом следует отметить, что радиационная обстановка в районе исследования в целом благоприятная. Только на болотных почвах складываются условия, приводящие к концентрированию и накоплению  $^{137}\text{Cs}$ .

УДК 631.438.2

## КОЭФФИЦИЕНТЫ НАКОПЛЕНИЯ ЦЕЗИЯ-137 В ВЕГЕТАТИВНЫХ И ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНАХ МОРОШКИ ИЗ ПОЧВЫ ВЕРХОВОГО БОЛОТА

В.Д. Иванова

Педагог: Д.М. Иванов

ГБОУ СОШ № 277 verochka\_2006@mail.ru

Морошка *Rubus chamaemorus* L. – многолетнее травянистое растение, обитающее на бедных сфагновых болотах. Морошка имеет циркулярный ареал, она широко распространена в моховой тундре и в лесной зоне по всей территории России.

Плоды морошки кисло-сладкие, со специфическим ароматом, имеют исключительное хозяйственное значение для северных районов. Ягоды употребляют в свежем виде, из них готовят различные напитки и варенье. В качестве лекарственного сырья в народной медицине используют плоды, листья и чашелистики.

В местах сбора морошки на карте радиоактивного загрязнения Ленинградской области  $^{137}\text{Cs}$  отмечено несколько зон загрязнения с плотностью 1 Ки/км<sup>2</sup>.  $^{137}\text{Cs}$  – изотоп искусственного происхождения. Его присутствие в природных экосистемах является одним из последствий аварии на Чернобыльской АЭС.

Цель работы – определить коэффициенты накопления  $^{137}\text{Cs}$  чашелистиками и листьями морошки по отношению к верхней части торфяного горизонта.

Место сбора морошки и отбора почвенных образцов – болото Озерное (Заказник Мшинское болото), расположенное в Гатчинском районе Ленинградской области. Сбор проводился 06.07.2015 на площа-

ди 3 га от точки с координатами (N 59°03.589', E030°17.626'). Затем чашелистики и листья высушивались в потоке теплого воздуха на электрической сушилке при температуре 35–40 °С в течении 8 часов. Измерения проводили в средней пробе отобранной квартованием.

Измерение радиоактивности  $^{137}\text{Cs}$  проводилось на радиометре «Бета» в сухих листьях и чашелистиках морошки. Ягоды измерялись в свежем виде. Верхняя часть торфяного горизонта перед измерением высушивалась до постоянного веса.

Были получены следующие результаты. В свежих ягодах морошки активность составила  $60 \pm 12$  Бк/кг. Для высушенных листьев –  $630 \pm 60$  Бк/кг, а для чашелистиков –  $1490 \pm 150$  Бк/кг. Активность  $^{137}\text{Cs}$  в верхней части торфяного горизонта составила  $371 \pm 38$  Бк/кг.

Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы Сан-ПиН 2.3.2.1078-01 устанавливают допустимый уровень  $^{137}\text{Cs}$  для свежих дикорастущих ягод в 160 Бк/кг, а для сухой травы, используемой в качестве лекарственного сырья, этот показатель составляет 400 Бк/кг.

Таким образом, содержание  $^{137}\text{Cs}$  в ягодах морошки меньше допустимого значения и их можно использовать в качестве пищевых лесных ресурсов. В листьях активность  $^{137}\text{Cs}$  превышает допустимый уровень в 1.5 раза, а в чашелистиках – в 3.7 раза, поэтому их не рекомендуется использовать в качестве лекарственного сырья.

Коэффициент накопления является основным показателем, характеризующим накопление радионуклидов в биологических объектах. Он определяется как отношение концентрации радионуклида в биологическом объекте к его концентрации в сухой почве.

Активность  $^{137}\text{Cs}$  измерялась в верхней части торфяного горизонта, поскольку в нем находятся длинные ветвистые корневища морошки, от которых вверх ежегодно отрастают стебли.

Коэффициент накопления в листьях составляет 1.7, а в чашелистиках – 4.0. Такой высокий коэффициент накопления  $^{137}\text{Cs}$  в чашелистиках по сравнению с листьями морошки, по нашему мнению, объясняется тем, что чашелистики являются частью генеративного органа растения.

УДК 551.5:504.38(07)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ БИОИНДИКАЦИИ В  
ИССЛЕДОВАНИЯХ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВ  
УРБАНИЗИРОВАННЫХ ЛАНДШАФТОВ (НА ПРИМЕРЕ г. ЛУЦКА)

О.В. Иванцив

Педагог: В.В. Федонюк

Волинская областная Малая академия наук, г. Луцк, Украина,  
ecolutsk@gmail.com

Биоиндикационные методы определения экологического состояния ландшафтов и их составляющих, в частности, состояния почв – это доступные, эффективные и недорогие способы оценки, которые могут применяться в городах, промышленных зонах и на других территориях. Одним из таких методов является лишеноиндикация, базирующаяся на исследовании распространения и развития лишайников в районах наблюдений. В отличие от лабораторного анализа, лишеноиндикация не требует специального оборудования, лабораторных анализов, реактивов, она включает в себя визуальные и статистические исследования, проводить которые могут учащиеся, студенты.

Основной задачей проведенного нами в течение 2013–2014 гг. исследования распространенности лишайников различных видов в микрорайонах г. Луцка было установление взаимосвязи между степенью покрытия лишайниками деревьев и экологическим состоянием ландшафтов в микрорайоне. Применялся метод так называемой пассивной лишеноиндикации (проводились визуальные наблюдения за распространением организмов-биоиндикаторов в среде, устанавливались средне-статистические показатели).

Проводились исследования на посадках липы мелколистной (*Tilia cordata*). Наблюдения велись за всеми видами лишайников, которые выявлялись на данном дереве. Преимущественно встречались: среди накипных – графис, ксантория, леканора; среди кустистых – уснея, кладония, исландский мох; среди листоватых – гипогимния, паргелия.

Распространение лишайников тесно связано с показателями кислотности атмосферных осадков, а они, в свою очередь, влияют на кислотность почвы в урбоэкосистемах. Для зоны Полесья, где общие показатели кислотности почв несколько повышенные, дополнительный фактор выпадения кислотных осадков – это весомая причина ухудшения экосостояния и создания неблагоприятных условий для развития почвенной микрофауны и флоры.

Анализ полученных нами результатов свидетельствует об угрожающем экологическом состоянии ландшафтов в промышленной зоне и вдоль основных автомагистралей г. Луцка. В целом, чистыми зонами, с точки зрения лишеноиндикации, оказались лишь парковые территории. Так, в Центральном парке им. Леси Украинки степень покрытия коры деревьев лишайниками 32.3 %, в парке на ул. Потебни – был получен самый высокий показатель 42.0 %. Компактное размещение непосредственно в пойме р. Стирь и повышенная влажность в парке, очевидно, также являются причиной активного роста лишайников. Зоны среднего загрязнения – это районы, прилегающие к ул. Львовской, Владимирской, проспекту Соборности (показатели 13.1, 12.0, 14.85 % соответственно). Эти улицы – магистрали с напряженным движением, очевидно, что выбросы оксидов серы создают здесь угнетающие условия для роста лишайников. Наиболее угрожающей является ситуация в промышленных районах Луцка. Мы проводили исследования в зоне вокруг кирпичного завода № 3 (ул. Промышленная, район Львовской), получен показатель 11.5 %, и вокруг сахарного завода, где получен самый низкий результат – 7.7 %. Это – зоны сильного загрязнения. Отметим, что сахарные заводы дают значительный объем выбросов в атмосферу, в том числе оксидов серы, которые подавляют развитие лишайников.

При проведении лишеноиндикации природные факторы роста лишайников (влажность, температура воздуха) также следует учитывать, особенно в микрорайонах среднего и слабого антропогенной напряженности, где эти факторы могут играть ведущую роль. Результаты исследования позволили нам разработать лишеноиндикационную оценочную карту города.

На основе разработанной нами лишеноиндикационной карты, охватывающей микрорайоны г. Луцка, можно определить зоны максимального и минимального загрязнения ландшафтов кислотными аэрозолями. Эти зоны совпадают с участками почв в урбоэкосистеме г. Луцка, которые имеют повышенные показатели кислотности.

Представление о болотах у многих людей не очень хорошее. Злые силы представлены чертями и ведьмами, водяными и русалками, посещающими болота, а также всевозможными кикиморами, которые заманивают людей в топи болотные. Об ужасах, связанных с болотами, написано немало, поэтому люди думают, что болота это страшные места, где погибают случайные путники. Но это не так!

Болот на Земле очень много! И они интересны. Возьмем, например, растительность болот... Что же это за болотные растения, которые создают болото? Давно доказано, что для жизни растений необходимы свет, тепло, вода, воздух и питательные вещества. Но если воды в почве много, то не остается места для воздуха. Как же быть болотным растениям? А летние засухи как пережить? Поэтому эти растения приспособились к таким условиям и отличаются от других растений. На болотах царствуют мхи! Мхи отличаются простотой организацией. Устойчивы к длительным периодам засухи, могут в засушливый период даже терять признаки жизни и оживать при появлении влаги. В темноте некоторые виды мхов светятся, что породило немало легенд о том, что это – гномы, по ночам охраняют скрытые сокровища, которые никто не мог найти при дневном освещении.

Когда воды на болоте становится больше, то растения превращаются в торф. Так образуется болото. А какие красивые растения растут на болотах: ежеголовка, аир, водные лютики, дербенник, герань болотная и многие другие. Все вместе – растения и другие организмы (микрорфлора, грибы, водоросли, фауна и т. д.) образуют болотную семью. И животные и микроорганизмы в болотах тоже свои, особые. И вся эта болотная семья создает торфяную почву.

Болота на Земле очень важны. Они привлекают своеобразием растительности, ягод и грибов, животного мира, особенно птичьего царства, залежами торфа, железной руды, которые находят применение во многих отраслях хозяйства. Ученые выявили, что болота, например, влияют на климат, так как много поглощают углекислого газа из атмосферы. В холодные и жаркие периоды болота противостоят перегревам и переохлаждениям воздуха, а также засухам, смягчая микроклимат не только над площадью болота, но и на прилегающих территориях. Тор-

фяные болота способны поглощать много загрязняющих веществ из атмосферы, такие как мышьяк, селен, свинец, кадмий, ртуть и другие.

На болотных почвах произрастают культурные растения. Но сначала болота осушают, потом убирают деревья и делают культурные поля. И экологическая роль болот превращается в доброе дело для людей. Болота издавна являются местами отдыха людей – сбора ягод, грибов, лекарственных растений, охоты, а также объектами туризма, экологического образования и науки. И болота для экологического туризма интересны не менее чем океаны, горы, леса, реки и другие объекты природы. Вот, что сказал о болотах академик К.Сытник: «Болота так много могут дать человеку уже теперь, что наша задача – постараться сохранить все многообразие этих интереснейших природных систем, совмещающих в себе черты озер и суши. Но суша эта особая: она представлена торфом. Вода в болотах тоже особая...» (Цитируется по Л.И. Инишевой, Б.С. Маслову, 2013 г.)

Недаром профессор В.В. Докучаев (1900) писал: «Сегодняшние непроходимые болота и топи, с которыми так упорно воевал Великий Пётр, которые до сих пор уносят из его любимой столицы тысячи напрасных и преждевременных жертв, завтра могут превратиться в прекраснейшие луга, сады и огороды и доставлять человеку столь ценное топливо... – умеете только ими овладеть, для чего имеется, однако одно единственное средство – предварительно изучить, познать их» (выделено В.В. Докучаевым).

Литература

Инишева Л.И. Маслов Б.С. «Загадочный мир болот» (Томск: изд-во ТГПУ, 2013 г. 208 с.)

УДК 631.415.3

## ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ

В.А. Коротаева

Педагоги: Н.И. Ермолаева, Т.И. Павлова

МОУ Лицей № 15 Заводского района г. Саратова, PAVVTA@yandex.ru

Попробуем представить, что на Земле не осталось ни одного растения. Что с нами будет? Ведь растения играют важную роль в жизни человека. Поэтому нам очень важно, чтобы растения росли, развивались и давали нам стабильный урожай. Что для этого нужно? Для роста и развития растения необходимы свет, тепло, вода, воздух, свет и элемен-

ты питания. Все необходимое для роста и развития растения получают из почвы. Ведь почва обладает плодородием – это уникальное свойство почвы давать растению все необходимое для жизни.

Мы поставили перед собой цель – изучить развитие растений ячменя, пшеницы, гороха посевного и сои на разных почвах: 1. чернозем; 2. каштановая; 3. светло-каштановая засоленная; 4. песок. Исследования проводили в марте–апреле 2015 года. Посев растений произвели 13 марта, затем поливали почву и наблюдали за появлениями всходов и дальнейшим развитием растений.

Результаты наших исследований показали, что всходы растений наступили в разные дни, что связано с физиологическими особенностями самих растений.

Почвы также повлияли на всходы растений. На черноземе и каштановой почвах у всех растений всходы появились на 1–2 дня позже, чем на песке. Возможно, это связано с более плотным сложением данных почв и более рыхлым – у песка. В светло-каштановой засоленной почве вообще не было никаких всходов. Только наблюдали на поверхности почвы белую пленку, состоящую из солей.

Дальнейшие наблюдения, проведенные через неделю после всходов, показали, что отрастание растений шло неравномерно в зависимости от почвы. На черноземе и каштановой почвах отрастание по растениям было на одинаковую длину, а вот на песке отрастание шло намного быстрее.

3 апреля наблюдения показали, что на песке отрастание растений замедлилось или вообще остановилось. Это связано с тем, что в песке практически нет элементов питания. А быстрое отрастание растений было за счет элементов питания самого семени, но когда в нем питание закончилось, то растения прекратили свое развитие. А вот на черноземе наблюдалось дружное отрастание по всем растениям. Это связано с тем, что данная почва обладает высоким плодородием, что необходимо для развития растений.

Дальнейшие наблюдения за растениями показали, что на песке растения погибли, на каштановой почве – рост несколько замедлился, на черноземе – растения продолжили свое развитие. Однако необходимо отметить, что растения в стаканчиках было вытянутые, светло-зеленого цвета. Это было связано с недостатком света в это время.

Таким образом, можно сделать вывод, что развитие растений напрямую зависит от плодородия почвы, что необходимо учитывать при выращивании всех растений.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СУХОПУТНЫХ УЛИТОК *ACHATINA FULICA* НА КАЧЕСТВО ПЕРЕРАБАТЫВАЕМОЙ ИМИ ПОЧВЫ

Я.Д. Коротчева, К.Д. Климова, Д.Г. Микадзе

Педагог: З.Ю. Удодова

МОУ гимназии № 15, г. Волгограда, udodowa.zoya@yandex.ru

В последнее время гигантские сухопутные улитки ахатины стали популярными экзотическими домашними питомцами. Для строительства своей раковины ахатинам нужен кальций, и они добывают его, перерабатывая грунт. В литературе и в Интернете мы не нашли информацию о том, какое еще влияние оказывают эти улитки на перерабатываемую ими почву.

Гипотеза: улитки улучшают качество почвы, обогащая ее органическими веществами, извлекая избыточный кальций.

Цель работы – выяснить характер влияния сухопутных улиток *Achatina fulica* на качество перерабатываемой ими почвы.

Задачи работы:

– Найти информацию об условиях содержания улиток ахатин, их питании и особенностях организма.

– Используя в качестве грунта для улиток фоновую светло-каштановую почву, проводить ежедневные наблюдения за их состоянием.

– Подобрать методики, позволяющие определить качество исходной почвы и почвы, переработанной ахатинами.

– Провести анализ почвы до и после воздействия улиток.

– Сделать выводы, подтвердить или опровергнуть выдвинутую гипотезу.

Условия эксперимента

Три улитки вида *Achatina fulica* содержали в контейнере емкостью 7 литров. В качестве грунта использовали увлажненную светло-каштановую почву. Кормили улиток каждый день овощами (капуста, тыква) или яблоками. Так как ахатины любят влажную среду, купали их теплой водой и сбрызгивали из пульверизатора.

Методики анализа почвы

Исследовали почву на содержание органических веществ (методом определения зольности почвы по ГОСТ 27784-88). Содержание таких важных питательных элементов, как калий и фосфор анализировали по методу Мачигина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26205-91).



Также необходимо было выяснить, какое именно количество кальция улитки извлекают из почвы и определить, влияет ли это на изменение реакции почвенного раствора. Кальций в водной вытяжке определяли титриметрическим методом по ГОСТ 26428-85. рН анализировали потенциометрическим методом рН-метром АНИОН-4100.

#### Результаты исследования

Проанализировав почву на зольность, мы обнаружили в исходной почве 3.25 % органического вещества, а в переработанной улитками – 8.3 %, т.е. произошло увеличение в 2.55 раза. рН водной вытяжки в контрольной пробе составил 7.89 а в почве, переработанной улитками – 7.81, то есть изменился незначительно в сторону более нейтральной среды.

#### Выводы

Наша гипотеза подтвердилась, качество светло-каштановой почвы действительно улучшается при ее переработке улитками *Achatina fulica*.

Переработанную улитками почву можно использовать, например, в домашних условиях для пересадки комнатных растений.

Таким образом, улитка ахатина – не только экзотическое, но и полезное животное.

## УДК 631.4

### ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ЗАБОЛОЧЕННЫХ УЧАСТКОВ НАДПОЙМЕННОЙ ТЕРРАСЫ РЕКИ ВОЛГА НА НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЧВ

Д.С. Мичурин, Т.Д. Рогова, Д.Д. Шепелева, О.А. Отлетаева

Педагог: С.В. Гиниятуллина

МБОУ «Гимназия № 152» Кировского района г. Казани,

[giniyatullina67@mail.ru](mailto:giniyatullina67@mail.ru), учащиеся

Цель работы: изучить влияние изменения гидрологического режима заболоченных участков Сосняков лишайниковых вблизи п. Юдино на некоторые характеристики почв.

Исследования: В июне 2015 г. были заложены прикопки и выполнены геоботанические исследования на заболоченном пониженном участке площадью порядка 3000 кв.м. третьей надпойменной волжской террасы с различной степенью удаленности от его центра. Результаты сравнивались с наблюдениями и исследованиями учащихся прежних лет (2006–2014 гг.). Граница между почвой дерново-слабоподзолистой, ха-

рактерной для сухих боров, и дерново-среднеподзолистой поверхностно-оглеенной определялась по четкому изменению растительности травяного яруса (от мезофитной к гидро- и гигрофитной) и характерному блюдцеобразному понижению рельефа. Прикопка № 1 в юго-западной части – 15 м вглубь от границы участка: растительность – березняк злаковый с участием подроста сосны обыкновенной (5–7 м) (напочвенный покров – мятлик лесной, осока пузырчатая, подмаренник болотный, хвощ болотный, звездчатка жестколистная, брусника, черника, лютик ползучий, вербейник монетчатый, будра плющелистная, вероника лекарственная, майник двулистный, земляника лесная, кочедыжник женский, шлемник обыкновенный, ива). Характеристика почвы – темно-серый гумусово-аккумулятивный горизонт (A1), свежий, легкосуглинистый комковатый, мягкий, пронизанный корнями и корневищами растений (6–12 см) залегает под слоем торфяного очеса (То 0–6 см, определяется сфагновый очес разной степени разложения, в частности, под микроскопом видны листочки сфагнума), переходный (A1A2, 12–25 см), темно-серый с обильной кремнеземистой присыпкой, свежий, супесчаный, бесструктурный, подзолистый горизонт (A2 с 25 см) белесый, с охристыми прожилками и пятнами, бесструктурный, влажноватый. Прикопки № 2, 3, 4, 5, выполненные последовательно через 10–15 м по направлению к центру участка, показали увеличение мощности очеса и горизонта A1 на 1–5 см, по влажности они определялись как влажноватые. В растительном покрове – ива, сосна, мятлик лесной, осока пузырчатая, сфагнум (у прикопок 2 и 3 – сухой). Ближе к центру участка с северо-западной стороны обнаружился небольшой водоем площадью порядка 100 кв.м, глубиной около 30 см у края, почти правильной многоугольной формы. Поверхность воды покрыта ряской, цвет воды коричневатый, прозрачная. В сентябре, когда вода полностью испарилась и ровное дно бывшего водоема оказалось сухим, удалось понять, что здесь была осуществлена выемка торфа и яма «работала» как дренажная, возможно, не первый год.

Сравнение с исследованиями и наблюдениями предыдущих лет: Записи, выполненные учащимися до 2009 года включительно, показывают, что в течение всего июня данный участок был топким. В лужицах между мохово-осоковыми кочками можно было отобрать пробы воды и изучать множество микроскопических организмов. Пробы торфа и нижележащих горизонтов имели серо-сизый и темно-сизый цвет, а будучи принесенными в класс и высушенными, становились палево-серыми и охристо-желтыми, демонстрируя процесс перехода закиси железа (II) в оксид (III). В растительном покрове повсеместно отмечался сфагнум, не

упоминались будра, вероника, майник, шлемник – мезофиты, подрост сосны характеризовался как чахлый. В наблюдениях 2010–2014 г.г. зафиксировано резкое снижение увлажненности участка. Вероятно, катализатором послужил засушливый 2010 г, значительно ускоривший сукцессию фитоценоза.

Выводы: В последние годы значительно уменьшилась влажность дерново-среднеподзолистой поверхностно-оглеенной почвы на изученном участке. Это усиливает ее аэрацию, вероятно, изменяет степень окисления минералов, ускоряет разложение органического вещества.

УДК 631.415.3

## СТРУКТУРА ПОЧВ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ПЛОДОРОДИЯ

В.А. Павлова

Педагоги: Н.И. Ермолаева, Т.И. Павлова

МОУ Лицей № 15 Заводского района г. Саратова, PAVVTA@yandex.ru

Структура почвы – это свойство почвы, выражающееся в способности ее делиться в природном состоянии на комки, различные по форме и величине. Для плодородия эти комочки очень важны. Они как бы «заботятся» о том, чтобы в почве было достаточно воды и воздуха. У разных почв структура различна. Комочки почвы по форме могут быть в виде глыб, камней, комочков, орешков, зернышек, пыли, столбцов, плиток и др. Самая лучшая структура почвы считается зернистая. Качество структуры определяется ее размерами, механической прочностью, водопрочностью и пористостью. В зависимости от размера частиц структура почвы подразделяется на: макроструктуру – комочки размером более 10 мм, мезоструктуру – от 0.25 до 10 мм и микроструктуру – менее 0.25 мм. Ценной считается средняя по размеру структура. Еще она должна не разрушаться под действием капель воды, механических обработок. Для этого в почве должно быть много кальция и перегноя. Ценная структура оказывает положительное влияние на накопление перегноя, воды и питательных элементов в почве, что хорошо сказывается на развитии растений и получении урожая.

Целью наших исследований явилось изучение структурного состояния различных почв.

Для опыта были взяты следующие образцы: 1. чернозем обыкновенный с опушки леса; 2. чернозем обыкновенный с поля; 3. каштановая почва с опушки леса; 4. каштановая почва с поля; 5. солончак (о. Эльтон); 6. песок речной. В образцах определяли форму и размер структурных комочков.

Результаты наших исследований показали, что почвы, отобранные с опушки леса, имели зернистую структуру, с поля – пылеватую и комковатую структуру, солончак имел глыбистую структуру, а в песке вообще не было комочков (табл.).

Таблица. Структурное состояние различных почв.

Варианты опыта (образцы)	Форма комочков	Содержание комочков, %			Коэф. структурности
		> 10 мм	10–0.25 мм	< 0.25 мм	
1.	зернистая	9	81	10	4.2
2.	комковатая, пылеватая	15	60	25	1.5
3.	зернистая, комковатая	12	72	16	2.6
4.	комковатая, пылеватая	23	50	27	1.0
5.	глыбистая	61	22	17	0.3
6.	–	–	12	88	0.1

Лучшая структура оказалась в черноземной почве, отобранной с опушки леса, где количество ценных комочков составило 81 %. В каштановой почве, отобранной с опушки леса, количество мезоструктуры было меньше и составило 72 %. В почвах, отобранных с поля, увеличилось количество макро- и микроструктуры и уменьшилось количество мезоструктуры. В солончаке в большей степени наблюдалось увеличение макроструктуры, а в песке – микроструктуры. Нами был рассчитан коэффициент структурности:

$$K = \frac{a}{\sum b + c}$$

где,  $a$  – количество комочков размером 0.25–10 мм,  $b$  и  $c$  – сумма комков и глыб крупнее 10 мм и пылеватых частиц меньше 0.25 мм.

Наибольший коэффициент структурности был получен в почвах, отобранных на опушке леса.

Таким образом, в почвах, которые постоянно обрабатываются, идет разрушение комочков и они превращаются в пыль, или, наоборот, в глыбы, что плохо сказывается на росте растений. Поэтому за такими почвами необходимо ухаживать и помочь им восстановить свою структуру – вносить удобрения, особенно навоз, сеять многолетние травы, такие как люцерна, клевер и др.

ПРИСПОСОБЛЕНИЕ РАСТЕНИЙ К ЖИЗНИ В ПЕСЧАНЫХ  
СУБСТРАТАХ НА ПРИМЕРЕ ПСАММОФИТОВ ПРИРОДНОГО  
ПАРКА «ЦИМЛЯНСКИЕ ПЕСКИ»

Г.А. Пекова, М.С. Карпов, Д.В. Вовк

Педагоги: Н.В. Дубовицкая, И.Н. Фасевич

МОУ СОШ № 54 г. Волгограда, dnata29@yandex.ru

Природный парк «Цимлянские пески» имеет региональное значение и расположен в юго-восточной части Чернышковского района Волгоградской области в границах Нижнегнутовского, Тормосиновского, Захаровского сельских поселений, в 45 км юго-восточнее р.п. Чернышковский, на берегу Цимлянского водохранилища.

На территории парка находится огромный Цимлянский песчаный массив, который является уникальным в своем роде природным образованием, не имеющим аналогов в нашей области и в России.

Цимлянский песчаный массив представляет собой полуостровную территорию, окруженную с трех сторон водами Цимлянского водохранилища, отличающуюся большим природным разнообразием и пестротой растительного покрова. Описываемая нами территория по геолого-геоморфологическим условиям неординарна. Довольно широкие песчаные террасы Дона – третья и вторая – среднеплейстоценового возраста и соответствуют днепровскому и московскому оледенению. Наименее развита первая, самая низкая терраса, поднимающаяся над поймой на 3–5 м в виде узких полос 0.5–4 км. Пойма Дона широкая, до 15 км, в настоящее время она полностью затоплена водами Цимлянского водохранилища.

Природный парк находится в пределах подзоны сухих степей и относится к интразональной Нижне-Донской ландшафтной провинции. Здесь выделяется ландшафт Цимлянских песков на раннеплейстоценовой правобережной террасе р.Дон с каштановыми и остепненными лугово-каштановыми супесчаными и суглинистыми почвами. Этот песчаный массив образован флювиогляциальными (водно-ледниковыми) отложениями раннеплейстоценовых донского и более древнего московского оледенений и мало изменился со времен послеледниковья.

Характерными представителями флоры для данной территории являются псаммофиты, которые и стали объектом наших наблюдений. Псаммофиты – растения, приспособленные к существованию в песчаных субстратах.

Песок, как субстрат, имеет свои плюсы и минусы. Песчаные почвы имеют благоприятные водно-воздушные свойства, но они склонны к

сильному нагреванию, выветриванию и эрозии, а также бедны органическими и минеральными веществами.

Псаммофиты имеют хорошо развитую корневую систему, которая не только обеспечивает их достаточным количеством влаги и минерального питания, но и закрепляет на лёгком субстрате.

Во время исследований, производимых на территории природного парка «Цимлянские пески», мы обнаружили и определили некоторые виды псаммофитов, после чего проанализировали их способы приспособления к существованию в песчаном субстрате, найдя связь между особенностями морфологии растений и условиями окружающей среды, а также разбили растения на категории, соответствующие видам их морфологических особенностей.

Выявленные особенности строения растений, произрастающих в песчаных почвах природного парка «Цимлянские пески»:

– Морфологические особенности корней (мощные придаточные корни на стволах, побеги на оголенных корнях, подземные побеги, разветвленная мощная корневая система, глубокоуходящая корневая система, наличие одревесневающего каудекса, невсасывающая верхняя часть корня, твердая или рыхлая поверхность верхней части корня)

– Морфологические особенности листьев (их отсутствие, редуцированные листья, опушенные листья, листья с эфирными маслами, восковый налет);

– Морфологические особенности семян (различные приспособления, позволяющие разносить семена по песчаной почве ветром).

Также приспособления растений были классифицированы по следующим категориям:

- защита от высоких температур;
- сохранение влаги;
- защита от абразивных свойств почвы;
- защита от эрозийных свойств почвы;
- сохранение способности к размножению.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доцентом Волгоградской государственной сельскохозяйственной академии Н.Е. Степановой.

ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ БИОЦЕНОЗОВ  
ОКРЕСТНОСТЕЙ ПОС. МОЛОДЕЖНЫЙ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ И  
ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО  
И РАСТИТЕЛЬНОГО РАЗНООБРАЗИЯ

Н.А. Петрова, М.К. Сопина, А.А. Бричагина, Е.Д. Дегтярева

Педагоги: М.Г. Тропина, Н.А. Мартынова

МОУ ДОД ИРМО «Станция юных натуралистов», Иркутская область

Поселок Молодежный находится в непосредственной близости от г. Иркутска, характеризующегося высокими техногенно-антропогенными нагрузками и оживленной автотрассой «Иркутск-Байкал». В связи с этим важной задачей становится изучение экологического состояния и устойчивости почвенного покрова окрестностей поселка как к техногенному загрязнению, так и к антропогенным нагрузкам.

Коренные сосняки района исследований замещены березовыми лесами. Лесная флора не отличается большим разнообразием, но здесь присутствуют 3 вида сосудистых растений, подлежащих государственной и местной охране: башмачки вздутоцветковый и капельный, красоднев малый. Лесные пространства снижают техногенную нагрузку со стороны города и автомагистрали. Наиболее возвышенные участки заняты серыми ожелезненными почвами (по классификации 2004 г.). На остепняющихся полянах формируются серые метаморфические почвы. Луга, встречаемые в понижениях рельефа и поймах ручьев окрестностей поселка и используемые для сенокоса и выпаса скота, требуют проведения культурно-технических мероприятий. Здесь формируются имеющие сложный характер генезиса глееземы криометаморфические перегнойные минерально-торфяные, которые, обладая достаточно большой мощностью гумусовых горизонтов, имеют достаточно высокую устойчивость к негативным техногенным воздействиям.

Почвы района имеют слабокислую реакцию среды, плавно увеличивающуюся вниз по профилю до pH 6.5 (до 7.2 в глееземах), средне-тяжелосуглинистый состав, вниз по профилю переходящий в глину, что увеличивает адсорбционную способность почв, но снижает вымывание растворимых поллютантов. Основное количество органических веществ приходится на подстилочные и дерновые горизонты лесных почв, а также на перегнойно-торфяные и погребенные гумусово-криометаморфические горизонты глееземов (лугово-болотных почв). В целом, минеральные толщи почв обладают небольшими запасами гумуса, что также снижает их потенциальное плодородие и экологическую устойчивость к

негативным процессам – загрязнению, вытаптыванию, эродированию и др. О невысоком уровне плодородия свидетельствует и низкое содержание водорастворимого фосфора и азота в исследуемых почвах. Невысокое содержание водорастворимых солей, наибольшее количество которых приходится на дерновый и подстилочный горизонты, может быть следствием техногенного влияния (автотранспорта и др.). Причем сульфаты аккумулируются в гумусовых горизонтах остепняющихся полей и нижних горизонтах олуговелых низин, возможно, за счет вымывания с вышележащих ландшафтов. Содержание обменных катионов в водных вытяжках колеблется от 12 мг-экв/100 г в минеральных до 42 мг-экв/100 г в торфяно-перегнойных горизонтах почв, что являясь, возможно, следствием формирования почв на суглинистых лессовидных отложениях, способствует повышению плодородия почв за счет формирования биогеохимического и адсорбционного барьеров.

По предварительным данным можно сказать, что исследуемый район характеризуется, в целом, невысоким уровнем почвенно-экологического потенциала. Ландшафты нуждаются в ограничении рекреационных и техногенных нагрузок и требуют проведения ряда профилактических мероприятий (культурно-технических, ремедиационных и озеленительных).

УДК 631.415.3

## РЕАКЦИЯ ПОЧВЕННОЙ СРЕДЫ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ В ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ

А.В. Плотникова

Педагоги: Н.И. Ермолаева, Т.И. Павлова

МОУ Лицей № 15 Заводского района г. Саратова, PAVVTA@yandex.ru

Растение получает полезные вещества из почвенного раствора, который имеет различную реакцию среды. Реакция почвенной среды является важным условием роста и развития растений, оказывает большое влияние на минеральное питание растений, определяет свойства почвы. Она выражается в условных единицах pH – это водородный показатель ионов водорода в растворе. Реакция среды может быть кислой, щелочной или нейтральной.

Целью наших исследований явилось изучение реакции почвенной среды разных почв и ее влияние на рост и развитие растений.



Для исследования мы взяли разные почвы: 1. чернозем с Аткарского района; 2. каштановая почва с Марковского района; 3. светло-каштановая почва засоленная; 4. почва с нашей дачи (чернозем).

В почвенных образцах с помощью прибора рН-метра определили реакцию среды.

Результаты наших исследований показали, что реакция среды у чернозема с Аткарского района оказалась нейтральная, у каштановой почвы и почвы, отобранной с дачи – слабощелочная и у светло-каштановой засоленной – сильнощелочная (табл.).

Таблица. Реакция почвенной среды разных почв

Почва	Значение рН
Чернозем	6.9
Каштановая почва	7.5
Светло-каштановая засоленная почва	8.8
Почва с дачи (чернозем)	7.4

Какая же реакция почвенной среды необходима растениям?

В зависимости от потребности растения к реакции почвы, их подразделяет на несколько групп:

1. Растения, требующие близких к нейтральной либо слабощелочной реакции почв (рН 6.6–7.2): белокачанная капуста, сельдерей, пастернак, лук, свекла столовая, перец, спаржа, клубника, смородина, вишня, слива

2. Растения, которые требуют слабокислой почвы (рН 6.3–6.5): бобы, огурец, баклажаны, салат кочанный, горох, кабачки, фасоль, брюква, листовая капуста, картофель, дыня, шпинат, груша, яблоня; садовые цветы, такие как розы, примулы, левкой, хризантемы.

3. Растения, которые требуют почву умеренной кислотности (рН 5.0–5.5): репа, помидоры, морковь, редька, тыква, крыжовник, малина.

Для большинства плодовых, ягодных и овощных культур оптимальные значения рН должны быть от слабокислой до слабощелочной.

Кислотность почвы можно также определить по растениям-индикаторам. На кислых почвах, как правило, растут хвощ, конский щавель, мята, подорожник, иван-да-марья, вереск, осока, камыш. На слабокислых – ромашка непахучая, выюнок полевой, мать-и-мачеха, пырей ползучий, клевер, шиповник, ежевика.

Изучение сорных растений на нашей даче показало, что наши почвы не кислые. Определив реакцию почвенной среды с помощью прибора, мы выяснили, что она оказалась слабощелочной. Поэтому на

нашей даче плохо растут морковь, дыни и помидоры, так как такое значение не соответствует требованиям данных растений.

Таким образом, мы можем сделать выводы, что реакция почвенной среды оказывает большое влияние на рост и развитие растений, что необходимо учитывать при подборе выращиваемых растений на дачах и огородах.

## ПОЧВЫ НОВОГО ПЕТЕРГОФА: МИКРОРАЙОН ОТ АЛЕКСАНДРИЙСКОГО ПАРКА ДО РАЗВОДНОЙ УЛИЦЫ

Д.В. Салтыкова, Д.В. Степкина

Педагоги: О.Б. Кожина, М.А. Надпорожская

ГБОУ ДОД ДДТ Петродворцового района, ГОУ СОШ 412,  
mirgoolga@yandex.ru

Петродворцовый район Санкт-Петербурга расположен в подзоне южной тайги. Естественная растительность здесь была представлена сосновыми и еловыми лесами с подзолами и подзолистыми почвами. Территория города изменена деятельностью человека. Построены дома, проложены дороги, на месте вырубленных лесов теперь парки и городские зеленые зоны из лип, кленов, ясеней, каштанов и др. Некоторые районы до застройки прошли стадию сельскохозяйственного использования. Природные почвы долгое время хранят следы изменений, возникающих при освоении их человеком. Эти изменения могут ухудшать (переуплотнение, загрязнение, дегумификация, переувлажнение или иссушение) или улучшать (мелиорация, увеличение запасов гумуса и элементов питания растений) качество почв. Почвы составляют основу, как естественных экосистем, так и урбоэкосистем, определяют их стабильность и устойчивость. Поэтому сведения о почвах чрезвычайно важны. Но городское почвоведение сравнительно молодое научное направление, почвы городов мало изучены. Целью нашей работы было изучение почв микрорайона Нового Петергофа: от Александрийского парка до ул. Разводной. Мы использовали сведения из школьных проектов, проведенных под руководством М.А. Надпорожской в 2007–2014 гг. Дополнительно в октябре 2015 года нами обследованы почвы газонов по ул. Жарновецкого в непосредственной близости к школе 412. В Александрийском парке на мелиорированном участке под 150-летними липами сформировалась дерново-глеявая тяжелосуглинистая почва. На газоне рядом со школой 416 по ул. Аврова под 50-летними липами почва насыпная (30–40 см), супесчаная, с гумусовым горизонтом 10 см –

урбанозем. Во дворе школы 416, где 80–100 лет назад стояли деревянные дома с огородами сохранились агроземы с мощными (40 см) темно-серыми гумусовыми горизонтами и урбостратоземы (почвы с поверхностными насыпными горизонтами 50–60 см светло-серого цвета и антропогенными включениями: угли, осколки стекла, кирпичей, иногда целые кирпичи и куски металла). Большой участок (от ул. Жарновецкого до ул. Разводной) сложен дерновой среднесуглинистой насыпной почвой, стратоземом, на погребенном профиле дерново-глееватой легкосуглинистой почвы. Вероятно, отсыпка материала на такую большую площадь могла быть проведена при строительстве Ольгиного канала. К западу от школы 412 на газонах и клумбах – урбанозем песчаный. Под насыпной толщей (15–20 см – гумусовый горизонт, под ним 20–30 см – желтый песок) лежит переуплотненная погребенная почва. Предполагаем, что песок был завезен при строительстве нового жилого квартала во второй половине 20 века. Биотест с семенами ячменя показал, что образцы гумусовых горизонтов, отобранных с клумбы и газонов около школы 412, одинаково обеспечивают развитие проростков ячменя и не токсичны.

Выводы. Почвы обследованного микрорайона Нового Петергофа значительно изменены: мелиорированы, окультурены, сконструированы из привозного материала. Почвенный покров состоит из мелких контуров, значительно различающихся по составу и свойствам почв. Для картирования и изучения таких почв важно знать историю землепользования.

Приносим благодарность за консультации доцентам СПбГУ К.А. Бахматовой и Д.М. Мирину.

УДК 631.4

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВ ПРИШКОЛЬНОГО УЧАСТКА

О.В. Самохвалова, А.А. Фатеева, И.А. Вдовенко, М.И. Ахлестина

Педагоги: М.А. Сафарова, И.В. Косарева

Муниципальное общеобразовательное учреждение Лицей № 15  
Заводского района г. Саратова, Smdal@mail.ru

В современном мире при влиянии негативных факторов деятельности человека происходит изменение естественных экологических систем. Антропогенное воздействие зачастую оказывает влияние не только на саму экосистему, но и на здоровье и благополучие человека. Если судить о благополучии экосистемы, то рассматривать ее надо в первую очередь с почвы.

Мы живем в городе с большим количеством промышленных предприятий, насыщенном автотранспортом. Наш лицей находится в непосредственной близости от автомагистрали и завода «Автономных Источников Тока». Мы решили исследовать состояние почвы нашего пришкольного участка и сделать вывод о ее состоянии.

Итак, что же представляют собой почвы городов? Мы изучили литературу по этому вопросу и пришли к выводу, что городские почвы можно рассматривать как отдельный вид почв. Большинство городских почв находится под слоем асфальта, остальная часть представлена почвами с различной степени нарушенности и почвами антропогенного происхождения (насыпи, почвогрунт и пр.) Естественные почвы в городе можно обнаружить лишь в местах естественных насаждений. Нивелирование форм рельефа (засыпание оврагов, срезание холмов, прокладка дорог) также приводит к образованию антропогенных почв. Почвенный покров (около 20 см) обычно темно-серый с включениями бытового и строительного мусора. Как правило, температура на поверхности городских почв на 5–10 градусов выше, чем температура почв за городом вследствие деятельности человека (плотная застройка, теплотрассы, автотранспорт). Дренажные процессы так же затруднены, что может привести к усилению процессов эрозии, как следствие к уменьшению или избытку запасов влаги в поверхностном слое. Для городских почв также характерна повышенная плотность почвы и высокое значение pH.

Для анализа нами были собраны образцы почв с участков: внутреннего двора (проба 1), клумб около автомагистрали (проба 2), территории за лицеем (проба 3).

Механический состав почв (по Качинскому) следующий: проба № 1 суглинистая, присутствие мелких механических примесей; проба № 2 супесчаная, отсутствие механических примесей; проба № 3 песчаная, включения мусора, мелких и крупных камней.

Кислотность почвы определяли с помощью полосок универсального индикатора, погрешность измерения pH 0.5.

Таблица. Данные качественного исследования.

Проба	pH вытяжки	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Гумус, %	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Fe (II)	Fe (III)	Pb
1	8	+	20	–	+	–	–	–
2	5	+(мало)	35	+	+	–	–	–
3	6	+	42	+	+	–	+	–

Результаты исследования показали, что все образцы почв, кроме образцов из клумб, имеют механические примеси камни и мусор, что

свидетельствует о неудовлетворительном экологическом состоянии окружающей нас среды. Почва на участках, в основном, нейтрална. Образцы 2 и 3 имеют рН слабокислую. В образце почвы № 1 нами было обнаружено большое количество карбонатов, возможно их наличием определяется высокое значение рН. Кислотность исследуемой почвы находится в пределах от 5.0 до 8.0, что благоприятно для развития и роста растений. Несмотря на то, что почва имеет неплохие показатели, способствовать её улучшению нужно. Для сохранения и повышения плодородия почва нуждается в регулярном пополнении питательными веществами.

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ ГИГАНТСКИХ БОРЩЕВИКОВ В ГОРОДЕ (НА ПРИМЕРЕ ПЕТРОДВОРЦОВОГО РАЙОНА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА)

А.А. Скитович, Э.А. Доморацкий

Педагоги: Н.Д. Каверзова, М.А. Надпорожская

ДДТ Петродворцового района, Гимназия императора Александра II,  
ГОУ СОШ 542, nkaverzova@mail.ru

Борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden) начали выращивать на корм скоту в середине XX века. Это растение неприхотливо, накапливает большую биомассу, но имеет ряд вредных свойств, поэтому его культивирование прекратили. 20 лет назад обнаружены проблемы неконтролируемого разрастания борщевика: быстрое расселение по новым площадям, вытеснение местных видов. Иногда встречается другой гигантский борщевик – борщевик Мантегаци (*Heracleum mantegazzianum* Sommier&Levier). Опасность борщевиков для людей: при контакте возможен дерматит (ожоги 1–3 степени, проявляющиеся при воздействии солнца). Разработаны меры борьбы с этими растениями: строгий учет площадей разрастания, комплексный контроль. На небольших участках вблизи населенных пунктов – выкашивание и выкапывание. На больших площадях выкашивание, обработка гербицидами, вспашка, посев дерновинных злаков (Лунева, 2013). Проблема остра для Санкт-Петербурга. Например, в 2013–2015 гг. учащиеся объединения «Экология» в парке Сергиевка (Раевский и др., 2014) нашли пять мест, где растет борщевик, но его распространение пока сдерживается регулярным выкашиванием. Вероятность появления других очагов разрастания борщевика в городской черте велика из-за большой засоренности всей Ленинградской области. Цель нашей работы – наблюдение за

участками разрастания борщевика в городских кварталах Петродворцового района Санкт-Петербурга. В ходе маршрутных исследований в сентябре 2015 года мы установили наличие двух мест произрастания борщевика около школ в Новом Петергофе (около гимназии императора Александра II по Санкт-Петербургскому проспекту) и в Мартышкино (около школы 417 по улице Жоры Антоненко). На первом участке единичные угнетенные частым выкашиванием растения на земляном валу бывшего бомбоубежища. На втором участке обнаружено значительное количество засохших высоких (1.5–2.2 м) стеблей, с характерными прикорневыми розетками зеленых листьев и семенными зонтиками (диаметром 30–40 см) на площади около 600 м<sup>2</sup>. О проблеме информировали администрации гимназии и школы. Подготовлены беседы о биологических особенностях борщевиков и их потенциальной опасности для человека. Весной эти беседы будут проведены в школах Петродворцового района. Руководство муниципального образования города Ломоносова приняло наше информационное письмо и обещало провести работы на указанных участках в 2016 году.

Контроль разрастания борщевика был осложнен тем, что еще недавно он числился в реестре сельскохозяйственных растений. Решением министерства сельского хозяйства России борщевик Сосновского внесен в отраслевой классификатор сорных растений с января 2015 года. Это дает возможность муниципальному земельному контролю и Россельхознадзору применять меры административного воздействия к собственникам и арендаторам, допускающим разрастание борщевика на своих территориях (<http://www.lenoblinform.ru/news/borschewik-teper-vne-zakona.html>).

#### Литература

Лунева Н.Н. Борщевик Сосновского в России: современный статус и актуальность его скорейшего подавления // Вестник защиты растений. 2013. № 1. С. 29–43.

Раевский К, Семенов А, Надпорожская МА, Кожина ОБ. Контроль разрастания экологически агрессивных растений парка Сергиевка. Материалы IX Международной экологической Школы-конференции в усадьбе Сергиевка: Сохранение природной среды и оптимизация ее использования в Балтийском регион. СПб.: Изд-во ВВМ, 2014. С. 357–359.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИЧИН ПОВРЕЖДЕНИЯ РАСТЕНИЙ НА ОГОРОДЕ

К.П. Стадник, К.В. Ковалева, Е.А. Бакулина

Педагог: М.А. Надпорожская

ГБОУ ДОД ДДТ Петродворцового района, ГОУ СОШ 416, 417

marinta@mail.ru

Цель работы – определение причин гибели растений на двух смежных участках огородничества Авторемонтного завода (Петродворцовый район, Ораниенбаумское шоссе). Территория огородничества находится на первой террасе Финского залива, имеет слабовыраженный уклон к северу, давно в культуре, почвенный покров представлен агроземами легкосуглинистыми с темно-серыми гумусовыми горизонтами мощностью 30–40 см. Полевое обследование показало, что на первом участке три гряды общей площадью около 10 м<sup>2</sup> совершенно лишены растительности, погибли даже сорняки. К северу к этим грядам примыкает картофельное поле второго участка (около 15 м<sup>2</sup>), на котором нет высших растений, но обильно разрослась маршанция изменчивая (*Marchantia polymorpha* L). Полевая влажность гумусовых горизонтов почв варьировала от 6–9 % на грядах без растений, до 20–30 % на неповрежденных грядах. Реакция среды водных суспензий всех образцов (рН Н<sub>2</sub>О) 6.8–7.2 характерна для огородной известкованной почвы. Минерализация водной вытяжки образцов почв с неповрежденных участков 20–40 мг/л, с поврежденных 100–170 мг/л. Предположили, что повышение минерализации водной вытяжки обусловлено наличием в почве каких-то веществ, токсичных для растений. Биотестирование показало, что в образцах загрязненной почвы не проросло 20–40 % семян ячменя, у четырехдневных проростков было выражено угнетение роста корней. Повторное биотестирование с семенами ячменя и огурцов (сорт Журавленок) показало, что действие загрязненной почвы больше выражено на проростках двудольных растений: длина корней ячменя в загрязнённой почве уменьшалась на 17–31 %, огурца – на 39–48 %. Биотест по культивированию 30 дней в лабораторных условиях патиссонов показал, что образцы загрязненной почвы вызывают отставание в росте, недоразвитие верхушечной почки и цветков. В загрязненных почвах на огороде токсичность сильнее, погибают почти все растения. При отборе и хранении образцов почв их токсичность понижается, вероятно, за счет разложения вредных веществ. Поэтому в биотестах мы наблюдали не полную гибель, а уменьшение всхожести семян ячменя и угнетение роста и развития растений. Мы предположили, что почвы огорода загрязнены гербицидами. Гербициды являются препаратами контактного дей-

ствия: для удаления сорняков их разбрызгивают на листья. При попадании в почву гербициды могут сохранять активность более двух лет. Высшие растения не растут на огородной почве первого участка с повышенным содержанием гербицидов. На картофельное поле второго участка, расположенного немного ниже по рельефу, гербициды попали с боковым почвенным стоком, там их концентрация меньше. При таком содержании гербицидов в почве не растут высшие растения, но выживает более устойчивая маршанция изменчивая.

Вывод. Предполагаем, что обследованный огород поврежден из-за внесения гербицидов в почву. Чтобы ускорить разложение вредных веществ, нужно перекапывать поврежденные гряды для повышения аэрации почвы. Чтобы избежать попадания вредных веществ на соседние участки, загрязненное место можно изолировать канавами.

УДК 631.415.3

## ПОЧВЕННЫЙ РАСТВОР, ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКА И ЗНАЧЕНИЕ В ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ

Е.Р. Стадник

Педагоги: Н.И. Ермолаева, Т.И. Павлова

МОУ Лицей № 15 Заводского района г. Саратова, PAVVTA@yandex.ru

Почвенный раствор – это жидкая фаза почвы, то есть вода с растворёнными газами, минеральными и органическими веществами.

Почвенный раствор постоянно изменяется, а также участвует в образовании почв, круговороте веществ в почве и питании растений. Состав почвенного раствора зависит от ее температуры, влажности и наличия воздуха в почве.

Роль воды в жизни растений определяется также тем фактом, что вода является универсальным растворителем. Вследствие этого все вещества, поступающие с водой, растворяются в ней и не теряют свои полезные свойства. Вода поступает в растение из почвы через корневые волоски. Пока в почве есть влага, растение растёт и развивается нормально. Но когда наступает засуха, то растение испытывает недостаток воды и растворимых в ней минеральных веществ. При этом рост и развитие растения прекращаются, на листьях и стебле появляются пятна ожогов. Растение увядает и, если погода не изменится к лучшему, гибнет.

Целью наших исследований явилось изучение состава почвенного раствора различных почв и его влияние на рост и развитие растений.



Для исследования с помощью взрослых были взяты следующие образцы:

- чернозем с Аткарского района;
- каштановая с Марковского района;
- светло-каштановая, привезенная с о. Эльтон;

Для сравнения был взят речной песок.

Мы сделали водную вытяжку из этих образцов, с помощью которой можно получить представление о составе солей в почве и проанализировали ее. Определили общее количество солей – сухой остаток, по которому можно судить о степени засоления. Если сухой остаток менее 0.25 % – почвы считаются незасоленными, от 0.25 до 0.5 % – слабозасоленными, от 0.5–1.0 % – средnezасоленные, 1.0–2.0 % – сильнозасоленные и более 2.0 % – очень сильнозасоленные или солончаки.

Результаты наших исследований показали, что в водной вытяжке из-под песка вообще нет минеральных солей, так как он имеет легкий состав и все эти соли вымываются вниз по профилю (табл.).

Таблица. Минеральный состав почв и песка.

Варианты опыта	Минеральные вещества			
	Сухой остаток, %	хлориды	сульфаты	кальций
Чернозем	0.017	оч. мало	оч. мало	нет
Каштановая	0.034	оч. мало	оч. мало	нет
Светло-каштановая	2.50	оч. много	оч. много	мало
Песок	0.01	нет	нет	нет

Черноземы и каштановые почвы оказались незасоленными с очень маленьким содержанием солей в почве. А светло-каштановая почва по сухому остатку характеризуется как очень сильнозасоленная. Хлоридов и сульфатов в данной почве оказалось очень много.

Из всего вышеизложенного можно сделать вывод, что на песке растения будут расти плохо, так как в нем нет минеральных веществ, доступных для поглощения растениями. Светло-каштановые оказались очень сильнозасоленными, что также плохо для роста растений. Однако есть растения, которые любят соли – это солянки, полыни, солеросы и хорошо растут на таких почвах. Черноземы и каштановые почвы оказались самыми лучшими для произрастания всех растений.

## ЭКЗОТИЧЕСКИЙ ЛАНДШАФТ «ВОЛЖСКОЙ ШВЕЙЦАРИИ»

Е.О. Толмачева, А.А. Горемыкина, В.Т. Шевелев

Педагог: Н.В. Дубовицкая, И.Н. Фасевич

МОУ СОШ № 54 г. Волгограда, dnata29@yandex.ru

Приехав на Щербаковскую балку, туристы попадают... в предгорья Швейцарских Альп. Пологие склоны, покрытые лесами, скалистые обрывы с водопадами, воздух – весь в мельчайших брызгах воды, многочисленные родники и горная речка – именно за этими красотами миллионы туристов едут в Швейцарию, а знающие люди – сюда, в Волгоградскую область. За неповторимость, особую красоту ландшафта эти места часто так и называют – «Волгоградской Швейцарией». Уже не первый год мы посещаем эти прекрасные места и изучаем природу Волгоградской области. Целью нашей экспедиции на этот раз было исследование почвенного разреза Щербаковской балки.

Под Щербаковской излучиной Волги понимается коренная излучина её правого берега, которая находится напротив устья р. Еруслан. Протяженность излучины от Дурман-горы до Уракова бугра составляет 40 км. Оригинальностью ландшафта она напоминает предгорья Крыма или Карпат. Здесь еще сохранились остатки когда-то дремучих лесов, а удаленность от автомагистралей и железных дорог делает Щербаковскую излучину интересным природным объектом. Плывя вверх по Волге от Камышина, видим караваеобразную вершину Ураковой горы.

Щербаковская балка известнейший памятник природы Волгоградской области. Она находится на севере области в Камышинском районе в природном парке «Щербаковский».

Благодаря уникальному микроклимату и ландшафту на склонах балки произрастают редкие растения и живут интересные животные. Например, скорпионы облюбовали каменистую горку в центре байрачного массива («Скорпионья горка»), а в лесистых районах живут кабаны, лоси, олени и косули.

Изучая почвенные горизонты, мы установили, что они сформировались на различных по возрасту и механическому составу материнских породах. Среди них основными являются четвертичные суглинки и глины. Вместе с тем, в верхних частях склонов балок довольно широко распространены пески с прослоями глин как четвертичного, так и палеогенового возраста.

Возраст Щербаковской балки велик, он составляет приблизительно 50–60 млн. лет. И располагается она вдоль геологического разлома называемого щербаковским сбросом. Уникальный рельеф Щерба-

ковской излучины Волги является продуктом не только геологической истории, но и движений земной коры. Само их проявление обусловило особенности тектонического строения этой территории.

В тектоническом отношении Щербаковская излучина Волги лежит в пределах Приволжской моноклинали – крупного блока Русской платформы. Для неё характерен наклон пластов горных пород на юго-восток под углом 2–3 градуса. Наиболее приподнятой является северо-западная часть излучины – бассейн р. Даниловки. Здесь на поверхность выходят самые древние отложения территории.

С особенностями геологического и тектонического строения территории связано наличие полезных ископаемых Щербаковской излучины. Они представлены месторождениями строительных материалов местного значения – кварцевыми песками, опоками, мелом, суглинками. Суглинки получили широкое применение в производстве кирпича, опок – для наполнения бетона.

Благодаря разлому и речке с мощным течением, поверхность земли превратилась в живописнейшее ущелье глубиной около 200 м. В склонах балки видны выходы камня опоки образующего причудливые скалы. Опока – это лёгкий на вес минерал, типа известняка, образованный морскими отложениями диатомовых водорослей. Чистые опоки бедны микроэлементами. Плодородие почв на них во многом зависит от наличия прослоев глин. Почвы, сформировавшиеся на толщах опок, засолены редко, а грунтовые воды расположены настолько глубоко, что не оказывают влияния на почвообразование.

Помимо почвенных различий, обязанных своему происхождению различиям в литологии материнских пород (преимущественно по склонам балок, а также денудационным ступеням Приволжской возвышенности), в описываемом районе встречаются интразональные почвы балок, речных долин и понижений. Наиболее интересно верховье Щербаковской балки. В этих местах с одной стороны балка ограничена отвесной стеной, а с другой стороны склон напоминает предгорье Швейцарских Альп.

Центральная часть природного парка «Щербаковский» прорезана живописной балкой, по дну которой течет «говорливая» речка Щербаковка, такая же быстрая и холодная, как горная речка, рассказывающая о далекой земной катастрофе, запечатленной в знаменитом Щербаковском разломе. В пойме р. Щербаковки получили развитие плодородные серые лесные и черноземовидные луговые почвы. Их формирование связано с дополнительным увлажнением, близостью грунтовых вод. По западинам, предбалочным понижениям развиты лугово-каштановые

почвы, отличающиеся высоким плодородием. Но они не занимают большой площади. Вместе с тем в верхних частях склонов балок и долины р. Щербаковки характерны почвы легкого механического состава, в частности, пески разной степени гумусированности. Другое название одной из самых быстрых малых рек Волгоградской области – Щербинка, скорость её течения достигает 2 метров в секунду. Энергично бежит и лавирует эта небольшая речушка между стволами деревьев. Её вода чистая-чистая, сквозь неё видны камешки на дне (речка глубиной вряд ли больше 30–40 сантиметров). Кроме того, эта вода питьевая.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доцентом Волгоградской государственной сельскохозяйственной академии Н.Е. Степановой.

УДК 631.415.3

## ВЛИЯНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ

А.О. Цыбина

Педагоги: Н.И. Ермолаева, Т.И. Павлова

МОУ Лицей № 15 Заводского района г. Саратова, PAVVTA@yandex.ru

Любая почва состоит из песка, глины, воды, воздуха, органических веществ. В зависимости от того, сколько в почве будет песка или глины будет характеризоваться среда обитания для растений. Это свойство почвы называется гранулометрическим составом, от которого зависит накопление воды, воздуха, тепла, элементов питания для растений. В глинистых почвах накапливается много воды, питательных веществ, но мало воздуха. А в песчаных почвах – все наоборот.

Влияние гранулометрического состава на рост растений зависит от конкретных условий: типа почвы, климата, требований сельскохозяйственных культур к почвенным условиям. В степной зоне на черноземах с благоприятной структурой более ценны глинистые почвы, накапливающие большой запас влаги. В условиях избыточного увлажнения предпочтительны суглинистые и супесчаные почвы. Одни культуры хорошо произрастают на песчаных и супесчаных почвах, а другие – на тяжелосуглинистых и глинистых.

Для определения гранулометрического состава почв используют полевые и лабораторные методы.

Целью нашей работы явилось определение гранулометрического состава разных почв.

Для исследования были взяты две почвы – чернозем и каштановая.

Сначала мы определили гранулометрический состав с помощью скатывания жгутика и формирования из него колечка – это полевой метод. А затем гранулометрический состав определяли в лабораторных условиях по методу Филатова М.М. Метод основан на способности почвы, имеющей глинистые частицы, к набуханию, а также на способности частиц с разной скоростью выпадать в осадок, так как крупные песчаные частицы в воде опускаются быстрее, чем глинистые.

Результаты наших исследований показали, что содержание глины колебалось в пределах 51.0–56.7 % в черноземе обыкновенном и 48.4–52.6 % в каштановых почвах (табл.).

Таблица. Гранулометрический состав почв.

Варианты опыта	Горизонт	Глубина, см	Частицы >0.01 мм, %	Частицы <0.01 мм, %
1. Чернозем обыкновенный (целина)	A	0–42	49.0	51.0
	B1	42–63	43.3	56.7
	B2	63–80	43.3	56.7
2. Каштановая почва (целина)	A	0–28	51.6	48.4
	B1	28–40	50.8	49.2
	B2	40–57	47.4	52.6

С глубиной происходило некоторое увеличение ее содержания. Таким, образом, гранулометрический состав в обеих почвах – тяжело-суглинистый.

Знание гранулометрического состава почв позволяет определять оптимальные сроки сельскохозяйственных работ, нормы и сроки внесения удобрений, подбор возделываемых культур и весь комплекс работ по наиболее рациональному использованию и охране почв.

УДК 631.10

## ЭРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И МОРФОСКУЛЬПТУРЫ ПРИРОДНЫХ ПАРКОВ ВОЛГОГРАДСКОГО ПРАВОБЕРЕЖЬЯ

Т.К. Черноусова, Д.О. Никифоров, Р.А. Колтакова

Педагог: З.Ю. Удодова

МОУ гимназии № 15, г. Волгограда, udodowa.zoya@yandex.ru

В нашем мире, в условиях прогресса науки и техники, человеческое общество и его деятельность существенно влияют на окружающую среду, одним из главных компонентов которой является рельеф. Нерациональное использование земельных ресурсов и недостаточность про-

тивозрозионных мероприятий активизируют эрозионные процессы. Возникает проблема, связанная с оценкой рельефа не только как составной части природной среды, но и с оценкой его значимости в экологическом состоянии отдельных компонентов среды и природно-хозяйственной системы в целом.

Целью нашей работы является изучение эрозионных процессов и морфоскульптуры Волгоградского правобережья на примере природных парков.

В соответствии с этим сформулированы следующие задачи:

– изучение геолого-геоморфологических особенностей данной территории;

– анализ овражно-балочной сети природных парков Волгоградского правобережья;

– изучение геоэкологических проблем эрозионных процессов.

Проблема рационального использования и охраны земельных ресурсов затрагивает практически все стороны хозяйственного использования земель. Особенно остро встает вопрос о ее решении в районах орошаемого земледелия, где отрицательные последствия хозяйственной деятельности проявляются раньше, чем на других территориях. Эрозия наносит ощутимый ущерб народному хозяйству, в связи с уничтожением ценных земель, поэтому ее изучение является неотъемлемой частью практических противоэрозионных мероприятий. Геоморфологический анализ дает основание для выявления закономерностей и особенностей развития овражно-балочной сети, определения экологической обстановки на заданной территории, прогноза развития форм рельефа, разработки ряда возможных противоэрозионных мероприятий, направленных на снижение воздействия факторов развития, оптимизацию хозяйственной деятельности и предупреждение возникновения экологически опасных ситуаций.

Оценка экологического состояния напрямую зависит от степени эродированности и интенсивности протекающих рельефообразующих процессов. Анализ факторов и природных условий дает возможность прогнозировать последствия и разрабатывать противоэрозионные мероприятия с большей пользой для хозяйственной деятельности человека. Так же важно отметить значимость такого рода исследований для снижения воздействия разного рода вредных факторов на географическую среду в экологическом отношении.

Как правило, рекомендуется безотвальная и плоскорезная обработка почв, вспашка поперек склонов, шелевание зяби и посев многолетних трав, соблюдение отступа пашни от бровок склона на расстоя-

нии не менее 10 метров и засевание этой полосы растительным покровом, уменьшение выпаса скота в районах активного оврагообразования и восстановление травостоя в условиях перевыпаса, регулирование снеготаяния. Луго- и лесомелиоративные мероприятия включают в себя залужение эродированных территорий и посадку различного рода противоэрозионных лесополос, высадка лесополос по периферии пашен, укрепление склонов балок и вершин оврагов растительными кустарничковыми насаждениями. Гидромелиоративные работы направлены на создание специальных сооружений для перераспределения поверхностного стока. Это могут быть аккумулирующие сток противоэрозионные пруды в оврагах и балках, земляные валы на водосборах, водоотводящие каналы, установка искусственного ливневого стока в местах концентрации водных потоков с целью снижения смыва грунтов и роста оврага и т.д.

УДК 631.10

ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ  
ОТХОДАМИ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ

В.С. Чистякова

Педагог: Л.Г. Дедищева

МОУ ОШ № 114 Советского района г. Волгограда

Почвенный покров Земли представляет собой важнейший компонент биосферы Земли. Почвенная оболочка определяет многие процессы, происходящие в биосфере.

Важнейшее значение почв состоит в аккумулировании органического вещества, различных химических элементов, а также энергии. Почвенный покров выполняет функции биологического поглотителя, разрушителя и нейтрализатора различных загрязнений. Если это звено биосферы будет разрушено, то сложившееся функционирование биосферы необратимо нарушится. Именно поэтому чрезвычайно важно изучение глобального биохимического значения почвенного покрова, его современного состояния и изменения под влиянием антропогенной деятельности человека.

Наука о почве, почвоведение, появилась в 1883 году, благодаря деятельности великого российского ученого В.В. Докучаева, юбилей которого мы отмечаем в 2016 году.

В своих трудах, В.В. Докучаев высказал гениальную догадку о том, что почва, которую он называл «четвертым царством» – слой «благородной ржавчины» земли, дотоле не отличавшийся учеными от горных пород, – представляет собой самобытное тело природы, подобное минералам и растениям. Эта идея легла в основу обобщения всех собранных Докучаевым материалов, а в дальнейшем явилась фундаментом новой науки. Убедившись в правильности своего взгляда на почву, Докучаев всю дальнейшую работу посвятил обоснованию и разработке основных положений своей теории

По Докучаеву, оздоровление почвы заключается в «...уничтожении зла, причиненного природе стихиями и человеком, устранение зла или ослабление причин, которые подорвали земледелие и применение (научно обоснованных методов обработки земли и выращивания сельскохозяйственных культур) целенаправленное, строго систематическое и последовательное».

Всё это особенно актуально в наши дни, когда российское сельское хозяйство переживает серьезные перемены.

Хозяйственная деятельность человека в настоящее время становится доминирующим фактором в разрушении почв, снижении и повышении их плодородия. Под влиянием человека меняются параметры и факторы почвообразования – рельефы, микроклимат, создаются водохранилища, проводится мелиорация.

Основное свойство почвы – плодородие. Оно связано с качеством почв, которое в свою очередь зависит, в том числе, и от человеческой деятельности.

Техногенная интенсификация производства способствует загрязнению и дегумификации, вторичному засолению, эрозии почвы.

К веществам, всегда имеющимся в почве, концентрация которых может возрастать в результате деятельности человека, относятся металлы, пестициды. Из металлов в почве часто обнаруживают избыточные концентрации свинца, кадмия, меди и др.

Большую опасность для окружающей среды Волгоградской области представляют химические заводы. Среди них: «Сибур Холдинг», «Лукойл-Нефтехим», «Татнефть», «Фосагро», «Еврохим», «Акрон», «Амтел», ВМЗ «Красный Октябрь» и другие.

В их твердых или жидких отходах присутствуют те или иные вещества (например, бензолы, фенолы, хлориды, метанол), которые способны оказывать токсическое воздействие, в том числе, и на почву, которая является как бы накопителем, резервуаром всех химических веществ.



Дальше эти вещества мигрируют в растительный покров, в воду, в воздух. Если бы выбросы химических веществ в биосферу прекратились, то, через какое – то время биосфера сама бы очистилась от них. Но, к сожалению, этот процесс занял бы огромное количество времени. Выбрасываемые ингредиенты накапливаются, что способствует постепенному изменению химического состава почв, нарушению единства геохимической среды и живых организмов. Из почв химические вещества, например с продуктами питания могут попасть в организмы людей, животных и вызвать тяжелейшие болезни и смертельные исходы.

Конечно же, вышеуказанные заводы принимают различные меры для охраны и очищения почв. Самый простой способ – высадка новых деревьев и других растений. На рассматриваемых нами заводах и вокруг них большое количество зеленых насаждений. Плюс ко всему на них действуют центры контроля выбросов в воздух и воду. Вовремя замеченные превышения показателей помогают во время заметить опасность и нейтрализовать ее.

Почвенный покров Земли играет решающую роль в обеспечении человечества продуктами питания и сырьем для жизненно важных отраслей промышленности. Поэтому непрерывный контроль за состоянием почв и почвенного покрова – обязательное условие получения качественной продукции сельского и лесного хозяйства.

Вместе с тем почвенный покров является естественной базой для поселения людей, служит основой для создания рекреационных зон. Он позволяет создать оптимальную экологическую обстановку для жизни, труда и отдыха людей.

Почва была и остается главным условием жизнеобеспечения наций и человечества в целом, настоящим «четвёртым царством природы», как мудро заметил великий учёный-почвовед В.В. Докучаев.

Сохранение и улучшение почвенного покрова, а, следовательно, и основных жизненных ресурсов в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства, развития промышленности, бурного развития транспорта возможно только при хорошо налаженном контроле за использованием всех видов почвенных и земельных ресурсов.

#### Литература

1. Аржанова В.С. Миграция микроэлементов в почвах (по данным лизиметрических исследований) / В. С. Аржанова // Почвоведение. – 1977. – № 7. – С. 71–77.

2. Белкина О.А. Ландшафтные аспекты лишеноиндикации загрязнения природной среды / О.А. Белкина, В.Н. Калущков // Вестник МГУ. Серия географическая. – 1982. – № 3. – С. 78.

3. Доклад о состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2007 году. – М.: Глобус, 2008. – 384 с.

4. Евдокимова В.В. Микробиологическая активность почв при загрязнении тяжелыми металлами / В.В. Евдокимова // Почвоведение. – 1982. – № 6.

5. Семенютина А.В. К вопросу рационального использования биоресурсов в условиях урболандшафтов / А.В. Семенютина // Экология и экономика: материалы круглого стола, г. Волгоград, 30 марта 2005 г. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2005. – С. 129–133.

6. Семенютина А.В. Лесомелиорация и обогащение дендрофлоры аридных регионов России : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / А.В. Семенютина; ВНИАЛМИ. – Волгоград, 2005.

7. Zonn S.V. 1979. Докучаев и Современные Проблемы в Науке Почвы. Pochvovedenie, № 9. (на русском языке)

8. Докучаев В.В. 1883. Российский Чернозём. В отобранных Работах V.V. Докучаев, Издание 1, р. 14–419. Москва, 1948.

УДК 631.4

## ИССЛЕДОВАНИЕ СНЕЖНОГО ПОКРОВА Г. ИРКУТСКА КАК СПОСОБ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ

А.В. Шашков, А.И. Мартынова

Педагог: Н.О. Шашкова

МБОУ гимназия № 25, МБОУ школа № 24, г. Иркутска,  
natula\_sha@mail.ru

Сегодня, когда антропогенный фактор и техногенез оказывают огромное влияние на экосистемы Земли, весьма важно, особенно для школьников, получить возможность осознать масштабы этого влияния и оценить возможные последствия этих воздействий на примере оценки окружающей среды хотя бы небольшой по масштабам территории. Одна из проблем современного экологического образования заключается в том, что в школьных программах практически не уделяется внимание изучению почвоведения и экологии почв, как центрального звена функционирования экосистем.

Актуальность данной исследовательской работы определяется необходимостью получения представления об экологическом состоянии окружающей среды и зонах пространственного распределения загрязняющих веществ по территории г. Иркутска под влиянием промышленных предприятий, автотранспорта и других объектов.

Анализ снежного покрова позволяет качественно и количество оценить влияние выбросов промышленных предприятий г. Иркутска, ТЭЦ, автотранспорта и получить представление о состоянии атмосферного воздуха и различных компонентов природных экосистем. Проанализировав на конкретных участках определённый объем снега (или талых снеговых вод) на наличие твердых примесей и определив их химический состав, мы получаем определенное представление о чистоте и экологическом состоянии поверхностного слоя почвы и близлежащих водоёмов.

В последнее время особое внимание уделяется методам биологического мониторинга, которые основаны на использовании живых организмов, в том числе растений и микроорганизмов, особенно чувствительных к воздействию химических веществ. Биотестирование как биологический метод анализа находит все более широкое применение во многих странах для оценки степени загрязнения воды, почв, атмосферы и др.

В задачи исследования входило: 1. ознакомление и освоение методики сбора образцов снега для исследования талых вод; 2. ознакомление и освоение методики проведения биотестов снеговых вод исследуемых участков; 3. анализ результатов биотестирования исследуемых образцов: суммарной длины проростков семян редиса, энергии прорастания; 4. проведение сравнения экологического состояния различных участков почвенного покрова г. Иркутска.

Методика исследования: 1. На первом этапе были отобраны пробы снега определенного объема (с площади в  $1 \text{ м}^2$ , глубиной в 10 см) в различных районах города Иркутска: в центральной части города (у перекрестков и в парковой зоне), в промышленной зоне ТЭЦ, в промышленной зоне авиазавода, в пригородной зоне (фоновой незагрязняемой территории); 2. Талая вода отфильтровывалась; твердый осадок высушивается и взвешивается; 3. В талой воде определяется  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  и проводятся качественные реакции на наличие некоторых элементов; 4. Проводится фитотест на определение энергии прорастания с использованием семян редиса.

В пронумерованные чашки Петри на фильтровальную бумагу помещаются семена редиса (по 10 семян в чашку) и добавляем талой воды. В качестве контроля используется дистиллированная вода. Все определения проводятся в 3-х кратной повторяемости.

Чашки помещаются в одинаковые условия по теплу (20 градусов) и свету (рассеянный дневной свет) для прорастания семян. Через 3 дня проводится первое исследование: а) подсчитывается количество про-

росших семян; б) проводится их фотофиксация – т.е. фотографирование их состояния; в) с помощью линейки определяется суммарная длина всех корешков.

Добавляется еще талой воды в каждую чашку для дальнейшего прорастания семян и подрастания проростков.

Через 6 дней от начала эксперимента проводится повторное исследование.

Результаты измерения заносятся в соответствующую таблицу.

В нашем эксперименте мы исследовали прорастаемость семян редиса, т.е. мы оценивали влияние химического состава талой воды с различной степенью загрязненности на развитие проростков редиса. В зависимости от результатов опыта образцам снега и соответствующим им территориальным пространствам были присвоены различные уровни загрязненности. Слабая всхожесть семян и соответственно высокая степень загрязнения наблюдалась вблизи промышленных зон и узлов автотранспортных магистралей. Здесь проростки были мелкие и слабые. В образцах лесной зоны и фоновых территорий проростки были крепкие и длинные, и их прорастаемость была высокой (90 %).

Примененную нами методику можно использовать на факультативных занятиях по экологии, краеведению, а также адаптировать для младших классов при проведении практических занятий на уроках по изучению экологии окружающего мира.

УДК 631.415.3

## ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ ПОЧВЫ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ

Е.А. Щинникова

Педагоги: Н.И. Ермолаева, Т.И. Павлова

МОУ Лицей № 15 Заводского района г. Саратова, PAVVTA@yandex.ru

Почва – это рыхлый плодородный слой суши. Почва состоит из твердых частиц, воздуха, воды и живых организмов. Насколько близко будут прилегать твердые частицы друг к другу мы можем судить о таком свойстве почвы, как плотность. Плотность почвы определяет сопротивление прониканию в почву как сельскохозяйственных орудий так и корней растений, и, конечно же, влияет на урожай растений.

Плотность или объёмная масса почвы – это масса сухой почвы в единице объема. Плотность выражается в граммах на кубический сантиметр. Значения плотности почвы изменяются в пределах от 0.4 до 1.8 г/см<sup>3</sup>.

Плотность почвы зависит от гранулометрического состава, количества перегноя и структуры почвы. Оптимальная плотность для большинства растений равна 1.0–1.2 г/см<sup>3</sup>. При этих значениях плотности создаются наиболее благоприятные водный, тепловой, воздушный и питательный режимы в плодородном слое почвы, а также наиболее оптимальные условия для корневой системы.

Разные культуры неодинаково реагируют на разную плотность. Такие культуры, как картофель, свекла, морковь, подсолнечник, кукуруза развивают мощную корневую систему, поэтому отзывчивы на рыхлую почву, т.е. формируют самый высокий урожай при более низких значениях плотности почвы (0.9–1.0 г/см<sup>3</sup>). Озимая рожь и озимая пшеница требуют более плотных почв – оптимальные значения плотности 1.1–1.3 г/см<sup>3</sup>.

Под воздействием сельскохозяйственной техники плотность почвы нередко увеличивается на 1.4–1.6 г/см<sup>3</sup>. Переуплотненная почва оказывает большое сопротивление корням растений, в плотные почвы плохо проникает вода, затрудняется воздухообмен между почвенным и атмосферным воздухом, ухудшается деятельность микроорганизмов, все это ведет к снижению урожайности растений.

Цель наших исследований состояла в изучении плотности разных почв.

Для опыта мы взяли несколько образцов: 1. чернозем (Аткарский район); 2. чернозем (дача, Саратовский район); 3. каштановая (Марковский район); 4. песок.

Плотность почвы определяли в лабораторных условиях с нарушенным сложением с помощью мерной колбы.

Результаты наших исследований показали, что плотность песка была самой маленькой и составила 1.0 г/см<sup>3</sup> (табл.). Плотность чернозема, отобранного в Аткарском районе составила 1.2 г/см<sup>3</sup>, то есть оказалась оптимальной для роста и развития растений. Почвы, отобранная с нашей дачи и с Марковского района, оказались более плотные.

Таблица. Плотность разных почв

Почва	Плотность почвы, г/см <sup>3</sup>
чернозем (Аткарский район)	1.2
чернозем (дача, Саратовский район)	1.3
каштановая (Марковский район)	1.3
песок	1.0

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, почему на нашей даче плохо растут картофель и морковь. Почвы переуплотнены и растениям не комфортны условия произрастания. Для решения данной проблемы необходимо чаще рыхлить почву, а еще нужно вносить органические удобрения, такие как навоз, бытовые отходы, которые способствуют увеличению перегноя, улучшению структурного состояния и разрыхлению почвы.

УДК 631.4

#### «МОДЕЛИРУЕМ» ИСКУССТВЕННУЮ ПОЧВУ

А.А. Юданов, Н.М. Искендерова, А.Н. Лопухова, Э.С. Гюрджян

Педагоги: М.А. Сафарова, Г.М. Карпенко

Муниципальное общеобразовательное учреждение Лицей № 15

Заводского района г. Саратова, Smdal@mail.ru

В настоящее время во многих районах нашей страны есть места с неблагоприятными климатическими условиями, в которых из-за плохого качества почвы, сильных ветров и прочих неблагоприятных условий невозможна сельскохозяйственная деятельность.

Данная работа направлена на исследование экологически чистого и экономически выгодного метода выращивания растений на искусственной почве или на питательных растворах. Выращивая растения данным способом, можно регулировать содержание в них различных элементов, так как питательные растворы создаются искусственно. А это дает возможность регулировать в растениях содержание необходимых нам компонентов, их влияния на состояние здоровья человека, ведь огромные территории являются обедненными различными микроэлементами.

Для выращивания растений нами были опробованы следующие субстраты: опилки, шарики гидрогеля, прокаленный песок. Данные субстраты пропитывались питательными смесями. По проведенным исследованиям для выращивания овощных растений из семян наиболее подходит смесь, содержащая опилки. Для выращивания комнатных цветов, например, хлорофитума, смесь опилок и песка в соотношении 2:1. По сравнению с растениями, выращенными на почве, взятой с пришкольного участка, растения выросли и набирали зеленую массу быстрее, корни таких растений были немного меньше.

Добавление порции новой питательной смеси необходимо проводить 2 раза в неделю.

Для сравнения нами были проведены опыты по выращиванию растений на питательных смесях. Нами были подготовлены вегетационные сосуды: пластиковую бутылку разрезали пополам, верхнюю часть вставили в нижнюю вверх срезом. Внутри помещали проросток растения, закрепляли полоской марли стебель и добавляли питательный раствор (раствор Кноппа).

Вегетационные сосуды со всех сторон закрыли фольгой во избежание попадания прямых лучей солнечного света и зацветания раствора. Нам, таким образом, удалось вырастить растения гороха, салата и огурца. Негативным фактором такого выращивания растений мы считаем постоянная (раз в 1–2 недели) смена питательного раствора, поскольку, происходит уменьшение концентрацией, постепенное подщелачивание раствора, что вредно влияет на питание растений. Чем больше объем сосуда, тем реже приходится менять раствор.

На протяжении всего эксперимента растения имели здоровый вид, упругую форму стебля и листов, корни были очень развиты и обильно росли. При пересадке тщательно осматривались корни. Мы наблюдали, что при обилии света на поверхности корней могла образоваться слизь из одноклеточных водорослей, тогда корни такого растения на несколько минут помещали в слабо-розовый раствор марганцовки, а потом тщательно промывали дистиллированной водой. Если слизь не исчезала, обработка повторялась. Когда корни начинали заполнять сосуд, растения были пересажены в сосуд большего объема.

Итак, нами были изучены возможные субстраты и питательные смеси для выращивания растений. Мы отмечаем не только возможность домашнего выращивания растений, но и относительную простоту данного способа выращивания.

## Алфавитный список авторов

Akhavan Ghalibaf M....	12, 250, 254	Бакунович Н.О.....	261
Amin P.....	12	Балутина К.А.....	335
Bidaki H.....	250	Банщиков М.П.....	19
Karasyova T.A.....	7	Батаева С.В.....	155
Klose E.O.....	7	Бауэр Т.В.....	107, 264, 293
Lobanenkov A.M.....	253	Бахмет О.Н.....	71
Sanaei S.....	254	Бгажба Н.А.....	322
Абросимова Г.В.....	54	Безбородова А.Н.....	105
Авилов В.К.....	222	Беломорская Ю.В.....	81
Авилова А.А.....	97	Беляева Н.Д.....	337, 338
Агурова И.В.....	55	Бобкова В.В.....	265
Акатова А.А.....	256	Боброва Т.В.....	156
Алексеев И.И.....	14	Богданова Т.А.....	158
Алехин А.А.....	334	Божков Д.В.....	82, 161, 166, 177
Алилов Д.Р.....	104	Болсун В.О.....	267
Алферова И.Ю.....	258	Бондарева Е.В.....	323
Алюнова А.С.....	209	Бондаренко М.С.....	269
Аманбаева Б.Ш.....	152	Борисов М.А.....	160
Андреев А.В.....	167	Боротов Б.Н.....	79
Андреев П.В.....	51	Босхолова И.А.....	270
Антонова И.С.....	94	Брикманс А.В.....	21
Аргишева Е.О.....	153	Бричагина А.А.....	359
Афанасьев К.А.....	147	Бульшева А.М.....	58
Ахлестина М.И.....	363	Бурачевская М.В.....	107
Ахтямова Р.Р.....	57	Бурзунов Д.Д.....	338
Багрова С.М.....	16, 123	Бурзунов К.Д.....	338
Байгина Е.М.....	259	Бутенко М.С.....	211
Бакалдина В.Д.....	17	Бутко В.Е.....	161
Бакоев С.Ю.....	273	Бхавиш Бхубан.....	61
Бакулина Е.А.....	367	Быстрова Н.Ф.....	334, 340
		Ваганова Е.С.....	202
		Валиева Г.М.....	272
		Васильева А.С.....	62
		Васильченко А.В.....	64
		Васильчук Дж.Ю.....	109



Васиуллина А.И. ....	275	Денисова В.И. ....	218
Вдовенко И.А. ....	363	Добротворская Е.А. ....	170
Вдовиченко В.А. ....	213	Доморацкий Э.А. ....	365
Верещагина Е.А. ....	277	Донгак А.П. ....	35
Верлова Т.А. ....	46	Дубина-Чехович Е.В. ....	71
Визирская М.М. ....	79	Дубинина М.Н. ....	90
Винтульский С.А. ....	214	Дубовицкая Н.В. ....	357, 370
Вовк Д.В. ....	357	Дурмуш М. ....	180
Волыкова Е.А. ....	340		
Вороничев А.А. ....	22	Евсеев Д.В. ....	334
Воронов М.Б. ....	273	Егорова З.Н. ....	172
		Енчилик П.Р. ....	219, 222
Габдуллин Б.С. ....	278	Ерманова М.Г. ....	114
Габерштейн Т.Ю. ....	65	Ермолаева Н.И. 350, 355, 360, 368, 372, 380	
Гаджикеримова А.Г. ....	24	Ерощева М.А. ....	281
Галактионова Л.В. ....	110		
Галиуллина А.Г. ....	202	Жумбей А.И. ....	173
Гежа К.А. ....	162	Журавлева А.С. ....	325
Гекк А.С. ....	164		
Герасименюк А.Ю. ....	167	Замулина И.В. ....	264
Герасимов К.Р. ....	67	Захарова М.К. ....	73
Герашенко А.Н. ....	166	Захарченко Л.П. ....	221
Гимп А.В. ....	280	Зикеева И.С. ....	342
Гиниятуллина С.В. ....	353		
Гиро Н.А. ....	69	Иванов Д.Г. ....	219, 222
Глаголев М.В. ....	44	Иванов Д.М. ....	343, 345
Глушков П.К. ....	79	Иванов Е.Д. ....	343
Гобец Н.С. ....	35	Иванов И.В. ....	6
Горбунова С.М. ....	216	Иванова В.Д. ....	345
Горемыкина А.А. ....	370	Иванова Е.А. ....	109
Греб А.А. ....	169	Иванцов О.В. ....	347
Греинерт Андрей ....	76	Иващенко К.В. ....	87
Грибов В.В. ....	112	Инишева Е.А. ....	349
Гришина Ю.Д. ....	337	Иргит М.И. ....	175
Громакова Н.В. ....	107	Искендерова Н.М. ....	382
Гуренкова Е.Г. ....	349	Иудина Т.А. ....	337
Гюрджян Э.С. ....	382		
		Каверзова Н.Д. ....	365
Дегтярева Е.Д. ....	359	Канатова Д.А. ....	177
Дедищева Л.Г. ....	375		

Карелина В.С.	115	Мазиров И.М.	79
Карпенко Г.М.	342, 382	Макаренко В.В.	227
Карпов Е.О.	282	Макаренко Т.И.	182
Карпов М.С.	357	Максютов Ш.Ш.	44
Кислякова Н.Ю.	74	Мамонтова А.С.	328
Киямова К.В.	340	Манджиева С.С.	107, 288
Климова К.Д.	352	Мартынова А.И.	378
Ковалева В.А.	117	Мартынова Н.А.	359
Ковалева К.В.	367	Маслаков И.О.	121
Кожина О.Б.	335, 362	Матвеева Н.В.	224, 229
Козлов А.В.	26	Маштыкова Л.Ю.	288
Козырев Д.А.	84, 96	Маштыкова Л.Ю.	310
Колобова Н.А.	178	Медович Е.С.	123
Колтакова Р.А.	373	Микадзе Д.Г.	352
Комарова Т.В.	118	Миллер Г.Ф.	290
Комиссарова О.Л.	284	Минаев Н.В.	125
Коркка М.А.	16	Митракова Н.В.	81
Коротаева В.А.	350	Мичурин Д.С.	353
Коротчева Я.Д.	352	Моргунова С.Р.	183
Косарева И.В.	363	Москвин М.А.	126
Костецки Якуб.	76	Мохаммед Джафаар А.	292
Котегова А.А.	128	Мухаметзянова Д.А.	33
Котельникова А.Д.	224, 229	Мухина И.М.	185
Котик М.В.	96	Мякшина Т.Н.	261
Котов С.Е.	226		
Кошелева Д.Д.	285	Набиева Г.М.	316
Кровш Е.С.	335	Надеина А.В.	128
Кудрявцева К.И.	326	Надпорожская М.А.	335, 362, 365, 367
Кузнецова Л.А.	226	Назаренко О.Г.	302
Куксова Е.Г.	293	Невидомская Д.Г.	264, 293
Куприянова Ю.В.	120	Нефёдова А.А.	280
Кусаинова М.Д.	180	Низиенко К.А.	57
		Никифоров Д.О.	373
Лазарева М.А.	28	Николаева Е.И.	295
Ларькова А.Н.	164	Ницевич Ю.В.	342
Лим А.Г.	30	Новичкова Е.А.	112, 129
Лозбенев Н.И.	287	Носов В.В.	82, 166, 177
Лойко С.В.	38	Носов рисов В.В.	161
Лопатина И.Ю.	31		
Лопухова А.Н.	382		

Овсепян Л.А. ....	231	Салтыкова Д.В. ....	362
Овсянникова Ж.А. ....	82	Сальник Н.В. ....	293, 302
Овчинникова С.Г. ....	35	Самохвалова О.В. ....	363
Огородников С.С. ....	297	Сангаджиева О.С. ....	143
Осадчая Е.А. ....	334	Сафарова А.М. ....	303
Отлетаева О.А. ....	353	Сафарова М.А. ....	342, 363, 382
Павлова В.А. ....	355	Сахабиев И.А. ....	136
Павлова Т.И. ....	350, 355, 360, 368, 372, 380	Свирида Н.М. ....	42
Пекова Г.А. ....	357	Сенчугова Н.А. ....	167
Пеляева Е.А. ....	131	Сидоренко В.Д. ....	82
Перминова Е.М. ....	133	Симонова Ю.В. ....	235
Петрова Н.А. ....	359	Синельникова К.Н. ....	208
Плахов Г.А. ....	84, 96	Скворцова Т.А. ....	89
Плотникова А.В. ....	360	Скитович А.А. ....	365
Плотникова В.С. ....	232	Скрипников П.Н. ....	90
Полосухина Д.А. ....	234	Смолина К.А. ....	92
Попов А.Е. ....	90	Соболева К.К. ....	329
Попова М.С. ....	186	Соколова О.С. ....	94
Потапова А.В. ....	36	Соколова Т.А. ....	337
Прибура А.Д. ....	298, 306	Солдатова А.В. ....	305
Пронина И.А. ....	85	Сопина М.К. ....	359
Прохорова С.И. ....	55	Сорока А.О. ....	138
Прущик А.В. ....	300	Спорыхина Т.А. ....	298, 306
Раудина Т.В. ....	38	Стадник Е.Р. ....	368
Ремнева Л.В. ....	334, 340	Стадник К.П. ....	367
Римацкая Н.В. ....	259	Стенина Н.Г. ....	9
Рогова Т.Д. ....	353	Степанова Л.В. ....	259
Роговая С.В. ....	87	Степкина Д.В. ....	362
Русаков А.В. ....	261	Суховеева О.Э. ....	237
Рябова С.С. ....	337	Сушкова С.Н. ....	147, 280, 302
Рязанов С.С. ....	202	Сюндюкова К.В. ....	239
Сабреков А.Ф. ....	44	Тагивердиев С.С. ....	96
Саганович А.С. ....	135	Тагивердиев С.С. ....	84
Сайранова П.Ш. ....	40	Телешева О.О. ....	240
Салаев И.В. ....	188	Темботов Р.Х. ....	189
Саламова А.С. ....	302	Терентьева И.Е. ....	44
		Тихонова М.В. ....	97
		Тишкова Д.В. ....	140
		Толмачева Е.О. ....	370

Третьякова И.Д. ....	335	Чурилова Э.А. ....	313
Тропина М.Г. ....	359	Чурсинова К.В. ....	69
Трофимов Н.С. ....	342		
Тюрина И.Г. ....	280, 302	Шаврина К.Ф. ....	200
		Шакирзянов Р.В. ....	202
Удодова З.Ю. ....	352, 373	Шакирзянова Л.Р. ....	272
Уразгильдиева К.Р. ....	107	Шакуров В.А. ....	314
Уталиев А.А. ....	191	Шаньгин М.С. ....	145
		Шаповалов А.С. ....	261
Фарходов Ю.Р. ....	308	Шашков А.В. ....	378
Фасевич И.Н. ....	357, 370	Шашкова Н.О. ....	378
Фатеева А.А. ....	363	Шевелев В.Т. ....	370
Федонюк В.В. ....	347	Шевченко Е.Е. ....	246
Филатова А.И. ....	242	Шепелева Д.Д. ....	353
Филатова С.С. ....	192	Шеримбетов В.Х. ....	316
Фоменкова К.В. ....	142	Шиндорикова О.В. ....	247
Фомина Е.В. ....	46	Шипкова Г.В. ....	147
		Шишков Д.Г. ....	205
Хазяева Ю.Д. ....	264	Шкапина А.Л. ....	203
Хакунова Е.М. ....	194	Шоркунов И.Г. ....	51
Хасанов А.Н. ....	319	Шутов П.С. ....	148
Хасанова Р.Ф. ....	47		
Хертек Ш.Д. ....	35	Щепелева А.С. ....	79
Хисамова А.М. ....	195	Щербакова Л.С. ....	318
Хлебосолова Г.В. ....	337	Щинникова Е.А. ....	380
Хмелева Н.В. ....	49		
Хорошаев Д.А. ....	244	Юданов А.А. ....	382
Хохлова О.С. ....	261		
		Ягудина А.Н. ....	319
Царева А.А. ....	197	Яшинина И.А. ....	205
Церен-Убушиева Д.В. ....	143		
Цыбина А.О. ....	372		
Чаплыгин В.А. ....	288, 310		
Чапова Н.А. ....	198		
Черноусова Т.К. ....	373		
Чернышев К.О. ....	100		
Чернышёва А.Н. ....	331		
Чижмак Д.А. ....	311		
Чистякова В.С. ....	375		

Научное издание

**Материалы Международной научной конференции  
XIX Докучаевские молодежные чтения**

**ПОЧВА – ЗЕРКАЛО ЛАНДАФТА**

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 25.02.2016 г.

Формат бумаги 60x84/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 22,72. Тираж 120 экз. Заказ №

---

Типография Издательства СПбГУ  
199061, г. Санкт-Петербург, Средний пр., 41