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

МАТЕРИАЛЫ

Международной научной конференции

XXI Докучаевские молодежные чтения

«ПОЧВОВЕДЕНИЕ – МОСТ МЕЖДУ НАУКАМИ»

28 февраля – 3 марта 2018 года
Санкт-Петербург

Санкт-Петербург
2018

УДК 631.4
ББК 40.3

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

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

Материалы Международной научной конференции XXI Докучаевские молодежные чтения «Почвоведение – мост между науками» / Под ред. Б.Ф. Апарина. – СПб., 2018. – 480 стр.

Международные научные конференции «Молодежные Докучаевские чтения» ежегодно проводятся с 1998 года под эгидой Санкт-Петербургского государственного университета, ФГБНУ «Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева», АНО «Фонд сохранения и развития научного наследия В.В. Докучаева», Общества почвоведов им. В.В. Докучаева, МОО «Природоохранный союз». В конференции принимают участие студенты, аспиранты, молодые ученые и школьники из разных городов России и других государств.

Очередные XXI Молодежные Докучаевские чтения «Почвоведение – мост между науками» посвящены связующей роли почвоведения между науками. В материалах конференции рассматриваются междисциплинарные методы, используемые при исследовании почв; вопросы законодательства в сфере охраны почв, рационального использования земельных ресурсов и сохранения биоразнообразия; вопросы экологической устойчивости экосистем и экологической безопасности. Приведены данные о биологических, химических, физических свойствах почв; оценке ущерба и методах восстановления почв. Рассмотрены вопросы нормирования загрязняющих веществ в почвах, выделения редких почвенных разностей в красной книге почв.

ББК 40.3

РФФИ

Материалы опубликованы при поддержке РФФИ
грант № 18-04-20004 Г

© Санкт-Петербургский государственный университет, 2018

ОРГКОМИТЕТ

Международной научной конференции
XXI Докучаевские молодежные чтения

Председатель:

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

Зам. председателя:

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

Ответственный секретарь:

Булышева А.М., аспирант каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ, инженер-эколог ООО «Эко-Экспресс-Сервис»

Секретарь:

Лазарева М.А., аспирант ФГБНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, н.с. ФГБНУ ЦМП им. В.В. Докучаева

Члены оргкомитета:

Захарова М.К., аспирант кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ, м.н.с. ФГБНУ ЦМП им. В.В. Докучаева

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

Мусаев Т.К., магистрант каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ

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

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

Кураторы секций:

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

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

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

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

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

Пятина Е.В., к.б.н., в.н.с. ФГБНУ ЦМП им. В.В. Докучаева

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

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

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

Якконен К.Л., к.б.н., доцент каф. агрохимии СПбГУ

Куратор школьной секции:

Ревина Я.С., магистрант каф. почвоведения и экологии почв СПбГУ, м.н.с. ФГБНУ ЦМП им. В.В. Докучаева

Секция I

Почва – зеркало и память ландшафта

УДК 631.48

ПРОЦЕССЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО КРЫМА

Н.В. Агаджанова
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, nel.agadzhanova@yandex.ru

В отечественной традиции принято рассматривать педогенез в рамках концепции элементарных почвообразовательных процессов (ЭПП). Идея ЭПП состоит в том, что педогенез рассматривается как совокупность нескольких процессов, протекающих одновременно или последовательно. Непосредственно педогенетические процессы не наблюдаются, однако на основе имеющихся морфологических признаков (например, красные тона окраски почвы – рубефикация), либо представлений о факторах почвообразования (обильные осадки в регионе – выщелачивание оснований в профиле) можно предположить их наличие.

Исследования проводились в Южном Крыму на примере Никитского сада и заповедника «Мыс Мартьян» между городами Ялта и Алушта. Почвы сформированы на элюво-делювии сланцев и известняков на склоне Главной гряды Крымских гор под ксерофитными дубово-можжевеловыми лесами и кустарниками (мыс Мартьян) и интродуцированной растительностью (Никитский сад) в условиях средиземноморского климата. В исследуемых почвах был выделен ряд ЭПП (табл.).

На изучаемых участках представлены очень старые (Мартьян) и очень молодые почвы (НБС). Поскольку почвы Ботанического сада подвергается воздействию – обработке, поливу, насыпанию нового материала – почвообразование идет на очень молодых поверхностях. Почвы заповедника, наоборот, формировались длительное время в относительно стабильных условиях и антропогенную нагрузку не испытывали. Несмотря на одинаковые условия почвообразования и примерно одинаковый перечень ЭПП, почвы значительно отличаются, так как процессы, их формирующие, находятся на разных стадиях своего развития и имеют различное морфологическое выражение. Кроме того, скорость формирования признаков неодинакова, некоторые из них можно диагностировать уже на раннем этапе развития, а другие – с течением времени, т.е. процессы имеют разные характерные времена.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 17-17- 01293 от 04.05.2017.

Работа рекомендована д.б.н., член-корр. РАН, проф. П.В. Красильниковым.

Таблица. Процессы в почвах НБС и мыса Мартьян.

ЭПП	Никитский сад		Мыс Мартьян	
	Процесс	Признак	Процесс	Признак
Гумусообразование	++	Гор-т А, повышенное содержание Сорг. (%)	+	Гор-т А, повышенное содержание Сорг. (%)
Подстилкообразование	++	Гор-т О, делится на подгоризонты	+	Наличие фрагментарной подстилки
Структурный метаморфизм	+	Слаборазвитые агрегаты	+++	Агрегаты хорошо выражены
Агроиллювиирование	+++	Наличие агрокутан	–	–
Рубефикация	–	–	+++	Красные тона цвета
Оглинивание	+	Формирование глинистого материала в средней части профиля	++	Формирование глинистого материала в средней части
Выветривание (физическое и химическое)	+	Дезинтеграция мин. массы, расщепление щебня по плоскостям	+	Тяжелый глинистый состав средней части профиля
Выщелачивание карбонатов	++	Меньшее кол-во карбонатов в верхней части профиля	++	Отсутствуют карбонаты в верхней части профиля

УДК 631.48

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА СЕВЕРНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Г.К. Адамин, О.Г. Ерохина
Республика Казахстан, Алматы, Институт почвоведения и агрохимиии им. У.У. Успанова, g_adamin@mail.ru

Объектом исследований был выбран участок северного побережья Каспийского моря, включающий в себя современную дельту р. Урал, часть древней дельты и Приморской равнины.

Определение современного состояния почв, помимо констатации свойств почв на момент проведения почвенных исследований (2015–2016 гг.), проводилось с учетом материалов предшествующих исследований авторов на данной территории (2003–2011 гг.), позволивших установить значительную степень деградации почв, обусловленную снижением уровня Каспийского моря, следствием которого явилось опустынивание экосистем прибрежной части с широким развитием обсыхающих почв.

Нестабильность условий почвообразования, вызванная резкими колебаниями уровня Каспийского моря, напрямую (приморские террасы) или косвенно (дельта) влияющими на режим засоления и уровень грунтовых вод, обусловливает динамичность и неоднородность почвенного покрова.

Полевые почвенные исследования проводились в июле 2016 г. и выполнялись методом ключей-транссект. Для определения степени трансформации почв закладывались парные разрезы на болотных приморских, луговых приморских, лиманных луговых почвах, приморских солончаках и их обсыхающих аналогах.

При обсыхании болотные приморские почвы обнаруживают резкую потерю органического вещества (–56 %), что связано с его ускоренной минерализацией в условиях пустынного климата, и возрастание содержания водорастворимых солей в поверхностных горизонтах более чем в 4 раза, обусловленного сменой промывного водного режима на выпотной. Закономерным следствием также является активное внедрение натрия в почвенный поглощающий комплекс.

Приморские луговые обсыхающие почвы характеризуются заметными потерями гумуса вследствие отмирания мезофитной растительности и резкого снижения в связи с этим поступления органических веществ в почвы (–72 %). С учетом того, что приморские луговые почвы характеризуются легким механическим составом поверхностных гори-

зонтов (супесчаный, легкосуглинистый), минерализация органических веществ в условиях пустынного почвообразования происходит очень быстро. С другой стороны, легкий механический состав препятствует накоплению солей при отрыве капиллярной каймы от поверхности (–98 % суммы солей по отношению к целинному аналогу) и проявлению процессов осолонцевания. Содержание поглощенного натрия в почвенном поглощаемом комплексе в обсыхающих приморских луговых почвах снижается до 72 %.

Для обсыхающих лиманных луговых почв естественным является ухудшение гумусного состояния (–33 %) содержания гумуса в поверхностных горизонтах), что опять же связано с дисбалансом поступающего органического вещества и скоростью его разложения. По остальным параметрам степени деградации (накопление водорастворимых солей, увеличение содержания поглощенного натрия в составе ППК) изменений не обнаружено.

При снижении уровня грунтовых вод и отрыве капиллярной каймы от поверхности верхние горизонты солончаков приморских рассоляются даже в условиях скудных осадков пустынной зоны (содержание солей снижается в образующемся корковом горизонте на 50–60 %).

Результаты проведенных исследований позволили не только констатировать современное экологическое состояние почвенного покрова, но и проследить в динамике изменения свойств почв.

УДК 504.062.4

ПРАКТИКИ УСТОЙЧИВОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В КОНТЕКСТЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ С УЧЁТОМ СПЕЦИФИКИ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СЕВЕРА КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Александрова, А.С. Сидоров, А.А. Касацкий
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
alexandrovaalisa@mail.ru

Сегодня интенсификация производства позволяет сельскому хозяйству иметь достаточную продуктивность, чтобы обеспечить стабильность рынка продовольствия. Это достигается посредством производства и применения минеральных удобрений, химических средств защиты растений, ГМО и высокопроизводительных гибридных сортов, но, в то же самое время, влечет за собой массу негативных экологических последствий и не обеспечивают долгосрочную устойчивость на

локальном уровне. Поэтому сейчас в мире всё большую популярность набирают инициативы по устойчивому управлению ресурсами. В сельском хозяйстве – это альтернативные методы земледелия, а в частности – биологизированные органические подходы. За рубежом органическое земледелие – уже устоявшаяся практика, но для России – это направление только начинает развиваться.

Другой инициативой в области устойчивого землепользования является поддержание нейтрального баланса деградации земель (НДЗ) – состояния, при котором количество и качество земельных ресурсов, необходимых для поддержания экосистемных функций и повышения продовольственной безопасности, остаётся стабильным в определённых временных и пространственных масштабах. Наблюдение за ходом достижения цели НДЗ должно производиться параллельно с количественной оценкой прибыли и убытков. Для достижения НДЗ первоочередно необходимо определить факторы деградации и простимулировать практики устойчивого землепользования; так же важно определить потенциал территории: долгосрочный (зависит от климата, топографии и почвы) и краткосрочный (зависит от растительности). Комплексная оценка территории должна включать в себя оценку деградации как таковой, оценку экологической устойчивости, социально-экономическую оценку.

Объектом исследования является ферма органического производства. Хозяйство расположено в Медынском районе Калужской области и имеет потенциал территории ниже среднего: дерново-подзолистые почвы, среднесуглинистые, уплотнены с глубины 26 см, pH (солевой) 4–5. В 2017 году почвы были введены в оборот после шести лет залежного состояния. Первые данные по содержанию органического углерода почв показали, что показатель уменьшается в ряду залежь-сенокос-пашня в соотношении 1:0.8:0.7. Более низкий уровень углерода на пашне можно объяснить, тем, что там, как и на сенокосе, происходит вынос веществ без привноса, но из-за минимальной обработки почв происходит дополнительное высвобождение углерода. Данные, полученные с помощью программы EX-ACT, подтверждают тренд в сторону отрицательного баланса углерода на данном этапе. Первые урожайности составили 25 ц/га для пшеницы и 18 ц/га для сенажа.

Органическое земледелие может способствовать достижению НДЗ на малопродуктивных почвах севера Калужской области: экономически: прибыль за счет органической продукции с добавленной стоимостью и близости к мегаполису; экологически: формирование долгосрочной устойчивости агроэкосистемы с циклом корма–животные–органические удобрения, где на выходе – положительный баланс угле-

рода, повышение продуктивности за счет общего улучшения свойств почвы; социально: защита прав землепользователей, сертификация продукции, обеспечение рабочих мест.

Работа рекомендована к.б.н., старшим научным сотрудником факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова А.С. Сорокиным.

УДК 631.43

АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ПРЕДКАМЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

К.С. Апраксина
Казанский (Приволжский) федеральный университет, ksu.apr@yandex.ru

Влияние агрофизических свойств почвы на произрастание сельскохозяйственных культур очень велико. Свободное передвижение доступной растениям влаги обеспечивается за счет хорошей почвенной структуры и оптимальной плотности почвы. Требования к плотности почвы у каждой сельскохозяйственной культуры свои. Способы основной обработки, предшественники в севообороте и др. влияют на агрофизические свойства почвы. Необходим комплексный подход в изучении этого вопроса для правильного размещения культур в севообороте и выбора способа основной обработки почвы, с целью поддержания агрофизических свойств корнеобитаемого слоя почвы в интервале оптимальных значений. Это необходимое условие получения запланированной урожайности сельскохозяйственных культур.

В Высокогорском районе Республики Татарстан, находящимся в 20-ти км от г. Казань заложен полевой опыт со следующей схемой чередования культур в пространстве и во времени: 1. озимая рожь, 2. картофель, 3. гречиха, 4. ячмень + клевер, 5. клевер на сидерат. Почва опытного участка серая лесная. Содержание гумуса – 1.1 %. Осенью 2017 года на 4-х полях севооборота были отобраны почвенные образцы (глубина 0–20 и 20–40 см) на изучение агрофизических свойств почвы. Результаты представлены в таблице.

Пахотный слой почвы (0–20 см) был уплотнен под всеми культурами севооборота. Причем, наибольшее уплотнение наблюдалось под картофелем. Плотность подпахотного слоя почвы имела типичные значения для данного слоя.

Влажность почвы на момент отбора образцов в пахотном слое имела значения 22.8–27.0 %. Значения влажности подпахотного слоя – 25.5–27.5 %. Была установлена средняя обратная и очень слабая обрат-

ная корреляционная зависимость (r = –0.5, r = –0.2) показателей плотности от влажности в пахотном и подпахотном слое почвы соответственно.

Таблица. Агрофизические свойства серой лесной почвы в зернотравопропашном севообороте.

Культура севооборота	Н, см	ρ, г/см^3	ω, %	Содержание агрегатов 0.25–10 мм (0–20 см)	
				Воздушно-сухие, % к весу	Коэф. структурности
Озимая рожь	0–20	1.23±0.00	26.3±0.1	35.5±6.9	0.6
	20–40	1.35±0.00	26.3±0.2		
Картофель	0–20	1.34±0.01	24.7±0.7	15.0±2.5	0.2
	20–40	1.44±0.01	25.2±0.3		
Ячмень + клевер	0–20	1.27±0.03	27.0±0.9	22.0±2.3	0.3
	20–40	1.44±0.02	27.5±0.2		
Клевер 1 г.п.	0–20	1.30±0.02	22.8±0.7	21.1±1.0	0.4
	20–40	1.53±0.00	25.5±0.5		

Примечание: Н – глубина, ρ – плотность сложения, ω – влажность.

Наименьшее содержание воздушно-сухих агрегатов 15.0 % установлено под культурой севооборота – картофель. Содержание агрегатов примерно на одном уровне было под культурами – ячмень + клевер (22.0 %) и клевер 1 г.п. (21.1 %). Наибольшее содержание воздушно-сухих агрегатов 35.5 % установлено под культурой севооборота – озимая рожь. Ее мощная корневая система восстанавливает структуру тяжелой почвы, разбивая ее на мелкие комочки. Оценка структурного состояния – плохое и неудовлетворительное. Коэффициент структурности под всеми культура севооборота был меньше 1.

Таким образом, необходимо учитывать текущие агрофизические свойства серой лесной почвы при выборе предшественников в севообороте и способов основной обработки.

Работа рекомендована к.с.-х.н., асс. Л.Ю. Рыжих.

УДК: 631.445.41:631.8:635.24

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА ГУМУСА ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО

Е.Г. Бабенко, И.А. Дорохова
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ им. императора Петра I,
babenko-ekaterina22@mail.ru

Исследование посвящено изучению влияния агротехнических приемов возделывания топинамбура на соотношение между различными группами органического вещества в исследуемых почвах. Выбор культуры топинамбура обусловлен интенсивным использованием продуктов его переработки в различных областях пищевой промышленности.

В качестве объектов исследования были использованы почвенные образцы слоя 0–20 см чернозема выщелоченного среднемощного, малогумусного, тяжелосуглинистого на покровных суглинках ООО «Донское» Рамонского района Воронежской области. Изучались следующие варианты: целина, контроль, варианты с внесением 20 т/га навоза, N60P60K60 и N120P120K120 на фоне навоза, а также с применением кальциевого мелиоранта – дефеката на фоне навоза. В таблице приведены основные характеристики почв опытного участка.

Таблица. Физико-химический состав почв.

Слой, см	$pH_{вод}$	pH_{KCl}	Нг, мг-экв/100 г	S, мг-экв/100 г	Гумус, %
0–20	6.01	5.32	3.50	24.00	5.02
20–40	6.47	5.33	2.96	23.99	4.25
40–60	6.52	5.20	1.89	21.72	2.65
60–80	6.45	5.37	1.19	17.00	2.53
80–100	8.24	–	вскипает	27.27	1.78

В почвенных образцах было определено содержание гуминовых (ГК), фульвокислот (ФК) и гумина. Полученные результаты иллюстрирует рисунок. Отмечается различие между данными вариантов с применением навоза и дефеката с одной стороны (гуматный тип гумуса) и вариантов с внесением NPK с другой (фульватно-гуматный и фульватный типы гумуса), что указывает на интенсивную деградацию гумуса за счет гидролитического и окислительного воздействий минеральных удобрений. Максимальное содержание ГК отмечается на варианте с использованием навоза, что связано с внесением большой дозы свежего органического вещества и созданием благоприятных условий для процесса гумификации. Результаты контрольного и целинного образцов

очень близки. Сравнение данных вариантов с внесением навоза и дефеката показывает сходные значения соотношения ГК: ФК. Более высокие показатели для этих вариантов по сравнению с вариантами с внесением минеральных удобрений указывают на большую стабильность гумуса.

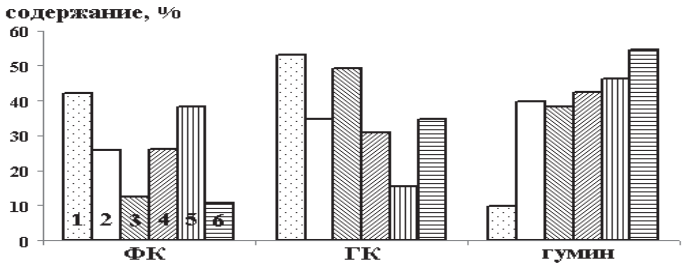


Рисунок. Содержание ГК, ФК и гумина
в почвах пахотного слоя вариантов: 1 – целина, 2 – контроль,
3 – навоз, 4 – NPK60, 5 – NPK120, 6 – дефекат.

Причиной повышения содержания гумина в почве на варианте с дефекатом является прочная фиксация гуматов кальция, образующихся при взаимодействии гумусовых кислот с карбонатами, на минеральной матрице почвы.

Таким образом, на варианте с применением дефеката отмечается высокое содержание ГК и гумина. Поэтому на основании проведенных экспериментов с учетом экологической и экономической целесообразности для внедрения в производство рекомендуется вариант с внесением кальциевого мелиоранта.

Работа рекомендована доцентом кафедры агрохимии и почвоведения, к.с.-х.н. Е.С. Гасановой.

УДК 631.4; 504.5

ИЗМЕНЕНИЕ СУХИХ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ РЕКРЕАЦИИ

А.Ю. Белолипецкая
Санкт-Петербургский государственный университет,
privet-ot-nasti@yandex.ru

Одним из важнейших последствий урбанизации становится увеличение площадей лесов рекреационного пользования. Чрезмерная рекреация может приводить к деградации лесных биогеоценозов, обеднению биоразнообразия и нарушению почвенного покрова. Высока чувст-

вительность к рекреационному воздействию у поверхностных горизонтов, и она специфична для разных почв. Влияние бездорожной рекреации со свободным перемещением посетителей по территории на почвы до сих пор мало изучено (Кузнецов и др., 2017). Актуальны проблемы выделения рекреационных лесов в особую категорию, где формируется куртинно-полянная структура насаждений в соответствии с правилами урболесоводства, отслеживаются точечные изменения биогеоценозов и составляются планы сберегающего природопользования (Рысин, Рысин, 2011). Особенно остры проблемы использования лесов около мегаполисов. Например, в Курортном районе Ленинградской области было отмечено увеличение площади рекреационно-нарушенных земель в 2.5 раза (до 10 % от общей площади) еще в 1966–1975 гг. (Чертов, 1981), когда население Ленинграда увеличилось на 17 % (с 3.8 до 4.4 млн). На 1 января 2017 года в Санкт-Петербурге по данным Росстата проживало 5.3 млн человек. И площади использования лесов для отдыха стали еще больше. Цель работы – комплексная количественная оценка изменений растительности и почв под рекреационным воздействием на примере сухих сосновых лесов на подбурах иллювиально-железистых (Entic Podzol по WRB, 2014) в Приозерском районе Ленинградской области. Проведено геоботаническое и почвенное обследование двух участков в районе ж/д станции Петяярви 28 мая 2017 года. Древесная растительность описана на ключевых участках с базовыми разрезами. Лесные подстилки с моховым покровом отобраны послойно по подгоризонтам в пяти точках около базовых разрезов рамкой 25×25 см. Около тех же точек детально описан напочвенный покров. Отбор проб минеральных горизонтов проводили в пятикратной повторности из базового разреза. Характеристика растительности. 1. Фон. N 60.62851, E 30.09084. Сосна I ярус, 63–68 лет, 825 шт./га, H 22 м, D 28.7 см; II ярус H 8 м, D 7.6 см, 125 шт./га. Общее проективное покрытие (ОПП) травяно-кустарничкового яруса (ТКЯ) 28 %, ОПП мохово-лишайникового покрова (МЛП) 100 %. Последний сильный пожар 70 лет назад. 2. Рекреация. N 60.62578, E 30.08848. Сосна I ярус, H 15 м, D 29.3 см, 450 шт./га, подрост сосны 3–8 м 225 шт./га и 1.5–3 м 325 шт./га; ОПП ТКЯ 24.6; ОПП МЛП 69 %. Последний сильный пожар 140 лет назад. Характеристика почв. Мощность подстилки: фон 5 см, рекреация 3 см. Средняя мощность лесных подстилок на стадии стабилизации для сосняков зеленомошных 7.5–8.5 см (Горшков и др., 2005). BHF+BF составляли 15+18=33 см и 11+26=37 см для фона и рекреации, соответственно. Реакция водных суспензий лесных подстилок между участками не различалась: pH_{H2O} 4.0–4.4 и pH_{KCl} 3.0–3.4. Полевая влажность лес-

ных подстилок на участке рекреации по сравнению с фоном меньше в 1.6 раза. Значительно изменилась структура лесных подстилок. На пятнах, где МЛП отсутствовал, верхняя часть органогенного горизонта была переуплотнена до состояния корочки. Средний запас органического вещества (ОВ) в лесных подстилках в зоне рекреации меньше фона в 1.4 раз. В 2–3 раза возросла зольность подстилок. Экологическое состояние рекреационного участка на момент исследования соответствовало 2 стадии дигрессии: МЛП сократился на треть, возросла доля подгоризонтов L, а F+H сократилась, подстилки стали меньшей мощности, плотнее, суше, беднее биогенными элементами. Изучение лесных земель для нормирования рекреационной нагрузки и планирования лесоохранных мероприятий, а также учет запасов ОВ следует проводить с датировкой прошедших пожаров.

Благодарю за помощь в проведении исследования Д.М. Мирина и К.Л. Якконена.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. М.А. Надпорожской.

УДК 631.4

МОРФОЛОГИЯ И МИКРОМОРФОЛОГИЯ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ БРЯНСКОГО И ВЛАДИМИРСКОГО ОПОЛИЙ

Л.В. Бескин

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
beskinlev@mail.ru

Почвоведы-микроморфологи мало уделили внимание изучению серых лесных почв, в отличие от черноземов, солонцов, дерново-подзолистых почв. Данная работа направлена на выявление генезиса серых лесных почв ландшафтов Брянского и Владимирского Ополий с помощью микроморфологического и агрохимического методов исследования почв.

Объектом изучения были: территория, расположенная около Брянского государственного аграрного университета (БГАУ), на которой были изучены серые лесные почвы Брянского ополья под различными культурами (малина, яблони) и на поле, выведенном из использования, а также почвенная траншея № 1, расположенная в плакорных, хорошо дренируемых условиях (недалеко от оврага реки Мжара, рядом с Суздалем), длиной 40 м и глубиной более 2 м, вытянутая с юга на север в южной наиболее высокой части территории, подготовленной к III съезду Докучаевского общества почвоведов (11–18 июля 2000 г. Суздаль).

Проведено сравнение растительных остатков, структуры второго гумусового горизонта и гумусово-глинистых кутан в серых лесных почвах Брянского и Владимирского Ополий.

Пахотный горизонт отличается хорошей макроагрегированностью, развитой сетью внутриагрегатных пор округло-овальной формы, гумусом типа мулль с небольшим количеством слаборазложившихся и обугленных растительных остатков среднего и мелкого размера (рис а, б).

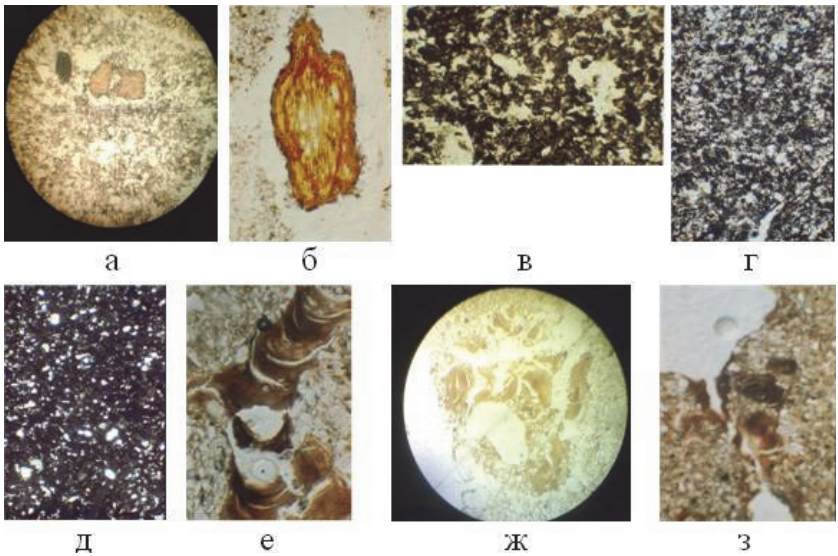


Рисунок. Микростроение серых лесных почв Брянского и Владимирского Ополий. а – растительные остатки в Апах горизонте, Брянск, николи II; б – Суздаль, николи II; в – второй гумусовый горизонт, Брянск; г – гумус типа мулль, Суздаль, николи II; д – николи х, е – гумусово-глинистый натек в горизонте В1, Суздаль, николи II; ж – Брянск, николи II; з – Суздаль, николи II. Везде увеличение 90-кратное.

Второй гумусовый горизонт (рис. в, г, д) серых лесных почв Брянского и Владимирского Ополий характеризуется темно-бурой (местами до черной) окраской, довольно однородный с компактным микросложением и хорошей агрегированностью. Местами встречаются участки более коричневого оттенка. При скрещенных николях на темно-сером фоне отмечаются пятна белого и светло-серого цвета, участки рыжевато-коричневого. Минеральный скелет представлен некрупными угловато-округлыми зернами кварца и полевых шпатов, тонкими полос-

ками слюд. Плазма гумусово-глинистая в виде гумонов, как рассеянная, так и в скоплениях.

В горизонте B1t почв Владимирского Ополья присутствуют мощные гумусо-глинистые кутаны иллювиирования (рис. е).

Горизонт B2t в целом аналогичен горизонту B1t, за исключением того, что для этого горизонта характерно наличие гумусо-глинистых кутан в порах и их фрагментов в основной почвенной массе (рис, ж, з). Отсюда следует, что глинистые кутаны более мощные во Владимирском Ополье.

Таким образом, микроморфологические исследования подтвердили ранее высказанную концепцию предыдущих исследователей о том, что в современном почвообразовательном процессе серых лесных почв Владимирского ополья присутствуют как признаки «лесных» почв, так и признаки формирования этих почв по «степному» типу, о чем свидетельствует муллевый тип гумуса во втором гумусовом горизонте.

Работа рекомендована д.б.н., проф. каф. общего земледелия и агроэкологии факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова П.Н. Балабко.

УДК 631.1

КОМПЛЕКСНЫЕ ПОЧВЕННО-АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА УКРЕПЛЕННОМ ПОСЕЛЕНИИ БРОНЗОВОГО ВЕКА УСТЬЕ I

Л.Р. Бикмулина
Институт Криосферы Земли СО РАН, luizasaf@mail.ru

Укрепленное поселение Устье 1 располагается в 100 км к востоку от г. Магнитогорска и в 30 км к северу от г. Карталы Челябинской области. Археологические исследования на поселении проводятся с 1983 г., и только в 2013 г. вышла коллективная монография под руководством Н.Б. Виноградова и А.В. Епимахова Древнее Устье: укрепленное поселение бронзового века в Южном Зауралье [2].

Комплексные почвенно-археологические исследования, включающие исследование геохимического состояния современных почв, культурных слоев и погребенных почв, физико-химического состояния почв, определение магнитной восприимчивости почв на поселении Устье 1 проводились впервые. Данные, полученные в ходе наших исследований существенно дополнили уже имеющуюся археологическую информацию по памятнику и позволили произвести реконструк-

цию природной обстановки и хозяйственной деятельности древнего населения.

В работе были использованы методы полевого палеопочвенного исследования [1]. Также проводился геохимический анализ почвенных образцов методом ICP-спектрометрии с применением спектрометра Nexion 300X и измерение величины магнитной восприимчивости на приборе MS2 Magnetic Susceptibility Meter (лабораторные исследования выполнены в University of Pittsbergh, the USA). Полученные в ходе геохимического анализа данные позволили рассчитать геохимические показатели [3, 4] на основании которых производилась реконструкция природной обстановки в древности. Образцы для геохимического анализа отбирались сплошной колонкой через 10 см, на физико-химический анализ из каждого генетического горизонта. Измерения показателя магнитной восприимчивости проводились в лабораторных условиях на приборе MS2 Magnetic Susceptibility Meter.

Таким образом было установлено, что высокие концентрации биогенных элементов фосфора, калия, кальция в культурных слоях и погребенных почвах на памятнике в совокупности с найденными в культурных слоях КРС подтвердили то, что в бронзовом веке основной формой хозяйственной деятельности древнего населения было животноводство. О развитии металлургии свидетельствуют высокие концентрации в почвенных разрезах палеопочв тяжелых металлов (свинец, цинк и т.д.). Рассчитанные геохимические показатели указывают на распространение более влажных условий в период функционирования памятника по сравнению с современной климатической обстановкой, характеризующейся нарастающей аридностью в теплое время года. О более засушливой обстановке в настоящее время также свидетельствует накопление в современной почве карбонатов по данным физико-химического анализа, геохимического анализа и рассчитанных геохимических показателей. Снижение биологической активности в настоящее время также связано с засушливыми условиями в исследуемом регионе.

Литература

1. *Дёмкин В.А.* Палеопочвоведение и археология: интеграция в изучении истории природы и общества. – Пущино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1997. – 213 с.

2. *Древнее Устье:* укрепленное поселение бронзового века в Южном Зауралье. Коллект. моногр. / отв. Ред. Н.Б. Виноградов науч. Ред. А.В. Епимахов – Челябинск: Абрис, 2013 – 482 с.

3. *Калинин П.И., Алексеев А.О.* Геохимические характеристики погребенных голоценовых почв степей Приволжской возвышенности // Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. – 2008. – Вып. 1. – С. 9–15.

4. *Retallack G.J.* Soils of the Past: an Introduction to Paleopedology. 2nd Ed. – Oxford: Black-well, 2001. – 600 p.

Работа рекомендована к.г.н., в.н.с. А.С. Якимовым.

УДК 631.431

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЁМОВ ОБЫКНОВЕННЫХ КАРБОНАТНЫХ И КАШТАНОВЫХ ПОЧВ

Я.В. Боровикова

Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии, кафедра почвоведения и оценки земельных ресурсов, Ростов-на-Дону, Yana.Borovicova@yandex.ru

Изучение физико-механических свойств почв имеет, с одной стороны, большое прикладное значение для сельского хозяйства, дорожного и аэродромного строительства, гидротехники и других отраслей, но, с другой стороны, приобретает важное значение с позиции понимания механизмов физических процессов, протекающих в почве. Особый интерес представляет изучение механизмов проявления физико-механических свойств набухающих почв, поскольку практически все такие свойства проявляются в некотором диапазоне влажности. При этом, важное значение имеет не только определение пределов влажности почвы, но и сопоставление этих величин с почвенно-гидрологическими константами. При таком подходе исследуемые нами параметры, такие как пределы пластичности, набухание, усадка, консистенция и др., могут помимо представлений о технологических свойствах выступать и в качестве генетических признаков почвы.

Цель работы – проведение сравнительного анализа физико-механических свойств чернозёмов обыкновенных карбонатных и каштановых почв.

Объектами исследования являются черноземы обыкновенные карбонатные среднемощные тяжелосуглинистые на жёлто-бурых лессовидных суглинках Северного Приазовья и каштановые почвы (Ростовская область, Ремонтненский район, Биосферный заповедник Ростовский, участок Краснопартизанский).

Определение нижнего предела пластичности проводили по методу А. Аттерберга, верхний предел пластичности – методом А.М. Васильева, усадку методом А.Ф. Вадюниной и З.А. Корчагиной. Все показатели определяли в 5-кратной аналитической повторности.

Проведенные исследования показали, число пластичности черноземов обыкновенных карбонатных – 14.7 (гор. $A_{пах}$), что согласно ГОСТ 25100-2011, позволяет классифицировать данную почву как пластичную (гранулометрический состав тяжелосуглинистый). Выявлена неоднородность профиля почвы по данному показателю. Так, горизонты A_1, B_1 и B_2 характеризуются как высоко пластичные с числом пластичности > 17. Данный показатель изменяется в интервале от 17.9 в гор. A_1 до 19.6 в гор. B_2.

Каштановые почвы характеризуются числом пластичности 17.0 (гор. A_1, гранулометрический состав тяжелосуглинистый). Горизонты B_1 и B_2 характеризуются как высоко пластичные с числом пластичности > 17. Данный показатель изменяется в интервале от 20.7 в гор. B_1 до 18.6 в гор. B_2. Проведенные исследования показали, что изменение значений данного параметра в средней части профиля почвы связано с неоднородностью гранулометрического и микроагрегатного составов.

Линейная усадка черноземов обыкновенных карбонатных изменяется в интервале от 9 % в гор. ВС до 12 % в гор. A_1, объемная – от 30 % в гор. $A_{пах}$ и A_1 до 26 % в гор. B_2, ВС и С. Линейная усадка каштановых почв изменяется в диапазоне от 8.1 % в гор. С до 14.9 % в гор. B_1, объемная – от 32.3 % в гор. B_1 до 23.1 % в гор. С.

Проведен сравнительный анализ полученных данных по показателям пластичности и гидрофильности глинистой фракции (Приклонский, 1955), почвенно-гидрологическим константам.

Работа рекомендована к.б.н., доц. кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов Южного федерального университета И.В. Морозовым.

УДК 631.4

МОРФОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ ЗАЛЕЖНЫХ РЯДОВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ НА ПРИМЕРЕ ЗАПОВЕДНИКА «ГАЛИЧЬЯ ГОРА»

[1]А.М. Булышева, [2]Н.О. Бакунович
[1]Санкт-Петербургский государственный университет,
[2]Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, anny_by@mail.ru

Вопросам изучения агротехногенной эволюции почв посвящены многие работы, вместе с тем углубленному анализу морфогенетических свойств почв залежи уделялось значительно меньше внимания. Данная работа посвящена изучению морфогенетических свойств и их изменению в постагрогенных и пахотных почвах заповедника «Галичья гора» и прилегающих к нему сельскохозяйственных полей. Акцент в работе сделан на изучение карбонатного профиля и его трансформации при переходе почв от пахотного состояния к залежной стадии.

Объектами исследования являются два хроноряда залежных почв, расположенные в заповеднике «Галичья гора» (Липецая область) и на прилегающих территориях. Первый хроноряд состоит из агрочернозем миграционно-мицелярных на карбонатных лессовидных суглинках, находящихся в залежи около 25 лет и 15 лет. Для контроля был заложен разрез на пашне, обработка которой проводилась непрерывно в течение 100 лет. Второй хроноряд состоит из агротемногумусовой почвы, сформированной под пашней, и агротемногумусовой постагрогенной почвы, находящейся в залежи около 50 лет. Почвообразующими породами для второго ряда являются олигоценовые пески, подстилаемые элювием известняка.

Основное различие почв в первом хроноряду заключается в глубине вскипания от 10 %-ого раствора HCl. В почве 25-летней залежи глубина вскипания находится глубже всего – 67(82) см – по верхней границе горизонта BCA1. В почве 15-летнего возраста глубина вскипания составляет 49 см (в горизонте AU3), а в пахотной почве линия вскипания находилась наиболее высоко – на глубине 24(28) см по верхней границе горизонта AUca. Очевидно, это связано с водным режимом почв залежей и пашни, на который влияет характер растительности.

Карбонатные новообразования встречаются в горизонтах BCA в виде карбонатного псевдомицелия, в пахотной почве изредка встречается мелкая белоглазка, приуроченная к межпедовому пространству.

Мощность гумусового профиля наиболее велика в пахотной почве и составляет 89(94 см), меньше – в 15-летней залежи – 79(89) см, и наименьшая в 25-летней залежи – 67(82) см. На увеличение гумусовой толщи в пахотной почве может влиять внесение удобрений, а также щадящая обработка почвы – без оборота пласта и с сохранением стерни, что препятствует выносу материала ветровой эрозией. Ранее отмечено и значительное влияние роющих животных на мощность гумусового профиля в пахотных почвах.

В почвах второго агрохроноряда мелкозем от 10 % раствора HCl не вскипает. Карбонатные новообразования практически отсутствуют в профиле почвы. В породе вокруг обломков известняка располагается мучнистая мягкая масса карбонатного материала. Здесь же единично встречаются новообразования карбонатного псевдомицелия. В обеих почвах встречаются камни, покрытые железистой кутаной, но только в пахотной почве некоторые из них покрыты поверх железистой карбонатной кутаной. По мощности гумусового профиля почвы второго хроноряда показывают сходную закономерность: в залежной почве эта мощность составляет 98(104) см, в пахотной – 111(115) см.

В залежной почве сильнее выражена дифференциация профиля на горизонты, которые отличаются друг от друга по окраске, структуре и другим показателям.

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

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

УДК 631.417.2: 631.894

СТРУКТУРА И ЗАПАСЫ ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ В КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

М.С. Бутенко

Красноярский государственный аграрный университет, mbs.93@mail.ru

Устойчивое высокопродуктивное земледелие возможно только в оптимальных условиях формирования урожая, что требует постоянного внимания к воспроизводству и сохранению плодородия почв, главной задачей которых является стабилизация ее гумусного состояния [1]. Гумус является важнейшим показателем плодородия почв. Однако, при длительном сельскохозяйственном использовании потенциальное плодородие почвы без применения удобрений постепенно снижается вследствие уменьшения количества гумуса [2].

В связи с этим на кафедре почвоведения и агрохимии Красноярского ГАУ разработана технология переработки птичьего помета и опилок методом вермикультуры в новое экологически безопасное удобрение – биогумус. Полученное удобрение еще недостаточно изучено, поэтому цель исследования состояла в оценке действия биогумуса на содержание гумуса и его подвижных форм в черноземе выщелоченном Красноярской лесостепи. Для достижения поставленной цели провели полевой опыт в учебно-научном комплексе «Борский» Красноярского ГАУ. Объектами исследований являлись чернозем выщелоченный, биогумус (БГ), полученный методом вермикомпостирования, картофель сорта Арамис. Нами в соответствии с целью исследований проводились опыты, согласно следующей схеме: 1. Контроль (без удобрений); 2. БГ 3 т/га; 3. БГ 5 т/га; 4. БГ 7 т/га. Полевые опыты проводились в четырехкратной повторности с последовательным размещением делянок. Площадь опытной делянки – 10 м^2. Перед закладкой опыта и после уборки картофеля отбирали почвенные образцы, в которых определяли содержание углерода гумуса ($C_{гум}$) по методу И.В. Тюрина [3] и углерода подвижного органического вещества ($C_{подв.}$) по И.В. Тюрину в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой [4]. Результаты исследования показали, что чернозем выщелоченный характеризуется высоким содержанием гумуса, которое составляет 7.6 %. В динамике под действием удобрений в дозе 3 т/га достоверно повышается содержание гумуса до 8 %. В составе гумусовых веществ преобладают гуминовые кислоты, почва характеризовалась гуматным типом гумуса. Под действием 3 т/га БГ количество $C_{подв}$ составило 538 мг/100 г. по отношению к контролю данный показатель увеличился в 1.3 раза. Таким образом, внесение биогумуса в чернозем выщелоченный способствует повышению содержания гумуса, накоплению подвижных гумусовых веществ и повышению эффективного плодородия почвы, что согласуется с другими результатами исследований [5].

Литература

1. *Жиленко С.В.* Гумусное состояние черноземов – основа их высокого плодородия. Агрохимия, 2010. № 12. С. 63 – 71.

2. *Дзанагов С.Х., Басиев А.Е., Кануков З.Т.* и др. Динамика содержания гумуса в черноземе выщелоченном под действием удобрений – Известия Горского государственного аграрного университета, 2015. Т. 52. № 52. № 2. С. 19–24.

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. *Ульянова О.А., Чупрова В.В., Луганцева М.В.* и др. Получение удобрительных композиций и влияние их на содержание и состав органического вещества в черноземе обыкновенном Красноярской лесостепи. Агрохимия, 2007. № 6. С. 42–49.

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.А. Ульяновой.

УДК 57.042

О ХАРАКТЕРЕ СВЯЗИ МЕЖДУ СНЕЖНЫМ И ПОЧВЕННЫМ ПОКРОВОМ

А.Н. Вартанов, Н.И. Жилин, Ф.И. Земсков
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
anvbox93@mail.ru

Одной из важнейших особенностей высоты снежного покрова (ВСП) является ее взаимосвязь с элементами мезорельефа и характером растительного покрова. Наблюдения за ВСП были проведены на примере типичного геохимического профиля в пределах южно-таежной подзоны Солнечногорского района Московской области. Указанный профиль последовательно охватывал выровненные водораздельные пространства, представленные пашней, транзитно-аккумулятивные ландшафты второй террасы, собственно транзитные ландшафты, приуроченные к склонам северной экспозиции и занятых ельником-кисличником. Эти ландшафты граничат с транзитно-аккумулятивными ландшафтами, представленными суходольным лугом и субаквальными ландшафтами поймы реки Клязьма. В пределах каждого ландшафта ВСП определялась в 25–50 кратной повторности с последующей обработкой данных статистическими методами. Наблюдения показали, что ВСП в первую очередь детерминируется климатическими условиями года. Вторым фактором, определяющим эту характеристику, является приуроченность к типу элементарного ландшафта. Максимальные ВСП для всех элементарных ландшафтов были установлены для 2012–2013 гг., что хорошо подтверждается показателями, приводимыми для этого года всероссийскими метеосводками. Степень снежности в указываемый период классифицировалась как «очень многоснежная» по П.И. Колоскову, а максимальная ВСП была установлена для транзитно-аккумулятивных ландшафтов (поляна в лесу – 76 см), с минимальными для условий элювиальных ландшафтов (водораздел – 60 см). Напротив, в малоснежный

сезон 2013–2014 гг. ВСП резко снижается: для условий ельника-кисличника до 11 см., с увеличением до 19–20 см. для условий поймы, полян в лесу и на водоразделе. Одинаковая степень снежности независимо от года исследования характеризует с одной стороны субаквальные ландшафты (пойма) и транзитно-аккумулятивные ландшафты (поляна в лесу), а с другой – элювиальные ландшафты (водораздел) и транзитные ландшафты (ельник-кисличник). Для последней пары исключение составляет сезон 2014–2015 гг. К этой же группе по степени снежности примыкает транзитно-аккумулятивный ландшафт второй террасы. Исследования показывают, что ВСП хорошо согласуется с положением элементарного ландшафта в системе общего геохимического ландшафта. Наибольшие величины ВСП установлены для субаквальных и транзитно-аккумулятивных позиций и хорошо коррелируют с близким залеганием здесь почвенно-грунтовых вод, обнаруживаемых в летний период, и характером развивающихся здесь почв. Для пойменных территорий характерно развитие собственно аллювиальных почв – вплоть до почв лугово-болотного ряда с залеганием уровня грунтовых вод в пределах 1 м. Обнаруживаемый здесь максимальный водный эквивалент снежного покрова вполне сочетается с явлениями оглеения, а подчас и специфической торфянистостью верхних горизонтов. Для условий транзитных ландшафтов (ельник-кисличник) характерно развитие обычных дерново-подзолистых почв, как правило, с хорошо дренируемым профилем. Подобная картина характеризует и собственно элювиальные ландшафты с развитием здесь также дерново-подзолистых, но уже пахотных почв. Обращает на себя внимание то, что минимальные величины ВСП, установленные для транзитных ландшафтов под ельниками, согласуются с хорошей дренированностью, развитием здесь органопрофиля мюллевого типа и отсутствием оглеения. Таким образом, особенности зимнего периода, характер снежного покрова, положение в системе ландшафта, характер растительности коррелируют с почвенно-экологическими особенностями наземных биогеоценозов.

Работа рекомендована доц. каф. общего почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова Л.Г. Богатыревым.

УДК 631.41

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ЛЕДО-МИНЕРАЛЬНЫХ БУГРОВ ПУЧЕНИЯ ДОЛИНЫ р. СЕНЦА, ВОСТОЧНЫЕ САЯНЫ

Дж.Ю. Васильчук, Д.В. Котелевец
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
jessica.vasilchuk@gmail.com

Ледо-минеральные бугры пучения – литальза – характерные образования для криолитозоны. Ледяное ядро этих бугров пучения имеет сегрегационный генезис, как и у пальза, но, в отличие от пальза, в верхней части литальза отсутствует покрывающий его мощный торфяной горизонт. При формировании мощных ледо-минеральных бугров пучения значительно трансформируется почвенный покров территории за счет изменения условий увлажнения почв, изменения таких характеристик как экспозиция и крутизна склона. Также при формировании бугров пучения изменяется состав фитоценозов. Все эти факторы способствуют изменению состава почвенного покрова и преобладающих на территории геохимических процессов. Объект исследования расположен в долине р. Сенца, Окинское плоскогорье. Климат исследуемой территории резко континентальный. Среднегодовая температура воздуха изменяется от –5.6 °С до –6.6 °С, среднегодовое количество осадков составляет 400–450 мм. Нами проведено опробование почвенного покрова трех бугров пучения, анализ содержания тяжелых металлов в почвах, а также комплексные геофизические исследования ВЭЗ бугров и каппаметрия стенок почвенных разрезов.

Согласно нашим данным, почвенный покров бугров пучения в основном представлен почвами отдела альфегумусовых почв (подбуры иллювиально-гумусовые), в межбугорном понижении, периодически заливаемом паводковыми водами, наиболее распространены почвы отдела глеевых почв (торфяно-глееземы) и торфяно-криоземы. Для подбуров отмечено однотипное распределение Cd, Cu, Zn, Ni, содержание этих металлов уменьшается с глубиной, имея максимум в линзе торфа на глубине 10 см. Распределение Pb, Cr, Zr, U, As, Mo, Sb отличается тем, что для этих металлов наблюдается увеличение с глубиной с максимумом преимущественно в иллювиально-гумусовом горизонте, где наблюдается также максимальное по профилю содержание железа и алюминия и минимальное содержание органики. Распределения Ga в обоих разрезах характеризуется локальными минимумами в органогенных горизонтах. Благодаря комплексным геофизическим исследованиям

было установлено наличие двух ледяных ядер у самого крупного бугра, которые располагаются на глубинах порядка 4 м и имеют вертикальную мощность до 10 м.

Исследования выполнены при поддержке РНФ грант № 14-27-00083 и РФФИ грант № 16-05-00115.

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

УДК 630*1:631.4

ВЛИЯНИЕ РУБОК УХОДА В ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ НА СВОЙСТВА ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ

А.В. Воеводкина
Северный (Арктический) федеральный университет
им. М.В. Ломоносова, Архангельск, sasha.raykina@gmail.com

Изучение влияния рубок ухода на нижние ярусы биогеоценоза является важным этапом оценки изменений процессов возобновления леса и лесной среды в целом, так как изреживание насаждений оказывает влияние на режим температуры, влажности, инсоляции.

Исследуемыми объектами являются стационарные пробные площади, заложенные в 1959 году, в северо-таежном районе европейской части России, в Северном участковом лесничестве Обозерского лесничества. В березово-сосновом молодняке (13 лет) чернично-брусничного типа леса с составом 6С4Б+Ос без елового яруса, были проведены рубки ухода. На ПП 15 рубка ухода проводилась в два приема с интервалом 27 лет с общей интенсивностью выборки 75 %, на ПП 16 и ПП 17 – в один прием с интенсивностью изреживания 76 % и 84 % соответственно. На ПП 18 была проведена рубка ухода линейно-селекционным методом путем прорубки коридоров шириной 3 м через 3 м; на трехметровой кулисе дополнительно производился индивидуальный отбор деревьев в рубку (выборка деревьев составила 93 %). Контролем служила площадь, не пройденная рубками ухода.

Для анализа изменений, происходящих в лесной подстилке, на каждой из пяти пробных площадей с помощью деревянной рамки было отобрано 30 образцов лесной подстилки. Общепринятыми методами определили плотность сложения и рассчитали запас лесной подстилки (т/га). Определили содержание органического вещества методом про-

каливания, актуальную и обменную кислотности потенциометрически на приборе «Эксперт-001».

Влияние рубок ухода на лесную подстилку оценивали с помощью однофакторного дисперсионного анализа, который в качестве статистики использует критерий Фишера. В тех случаях, когда влияние исследуемого фактора было доказано, для дальнейшего поиска различий в конкретных группах применялся критерий Стьюдента.

Установлено, что рубки ухода оказывают влияние на изменение физических свойств лесной подстилки. По результатам наблюдений рубки ухода способствовали увеличению мощности лесной подстилки при проведении изреживания в пределах 84 %, в то же время при проведении рубок большей интенсивности (ПП 18) наблюдалось уменьшение мощности лесной подстилки и значительное увеличение ее плотности сложения по сравнению с контролем. Плотность сложения лесной подстилки остальных рубочных объектов не отличалась от контроля. Наибольшее увеличение мощности и запаса лесной подстилки, по сравнению с контролем, было отмечено на ПП 15, где рубки ухода были проведены в два приема, с общим процентом выборки деревьев, равным 75 %. Согласно рассчитанному коэффициенту Плохинского, влияние рубок ухода на плотность сложения лесной подстилки может составить не менее 13.3 %, на мощность лесной подстилки не менее 33.2 %, на запас подстилки не менее 14.2 % от общего влияния всей суммы факторов.

Наибольшее количество органического вещества в лесной подстилке было выявлено на пробных площадях, где в молодом возрасте была проведена одноприемная рубка ухода интенсивностью 84 % и двухприемная рубка ухода с интенсивностью 75 %. Значение показателя потерь при прокаливании на данных пробных площадях превышает уровень контроля на 50.5 % и на 28.6 % соответственно. Наименьшее количество органического вещества зафиксировано на пробной площади с одноприемной рубкой ухода интенсивностью 76 %. Количество органического вещества на пробной площади, где была проведена рубка ухода коридорным способом интенсивностью 93 %, близко к показателю контроля. Значения показателя актуальной и обменной кислотностей на всех пробных площадях незначительно отличаются от контрольного насаждения.

Исследование поддержано грантом РФФИ-север № 17-44-290127.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. Е.Н. Наквасиной.

УДК 631.4

ЭВОЛЮЦИЯ ПОЧВ СО СЛОЖНЫМ СТРОЕНИЕМ ОРГАНОПРОФИЛЯ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПО ДАННЫМ ФИТОЛИТНОГО АНАЛИЗА

Д.А. Гаврилов
ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск,
denis_gavrilov@list.ru

Построение реконструкции условий почвообразования и схем эволюции почв по дневным полигенетичным почвам представляет определенную методическую трудность. Почва как «открыто-закрытая» система постоянно обменивается энергетическими потоками, которые подвергают стиранию реликтовые свойства. Сохранившиеся реликтовые свойства представляют собой лишь фрагменты исходного профиля и обычно трансформированы. Поэтому анализ их происхождения является наиболее трудной научной задачей.

Полигенетичные почвы со сложным строением органопрофиля гемибореальных лесов Западной Сибири являются наиболее распространенными и давно изучаемыми объектами [1; 3; 4; 5; 6; 8; 9; 11; и др.].

В работе представлен ряд текстурно-дифференцированных и органо-аккумулятивных почв по катене с полигенетичным органопрофилем. Ряд почв является гетерогенным и относительно синхронным по происхождению, что подразумевает их коэволюцию [12]. Данное обстоятельство позволяет оценить устойчивость признаков органо-аккумулятивного этапа почвообразования в зависимости от влияния распределения потоков энергии и вещества в рельефе.

Реконструкция условий почвообразования и построение схемы эволюции представленного ряда почв было проведено с помощью фитолитного анализа и УМС-радиоуглеродного метода датирования окклюдированного углерода фитолитов (PhyOC) (г. Афины, США).

В ходе исследования была установлена смена условий почвообразования и соответственно типов почв.

Топогенная дивергенция фитолитных профилей почв отражает влияние рельефа на формирование определенного сочетания типов почв, сформировавших основные элементы почвенного покрова среднего голоцена региона. Ведущими элементарными процессами почвообразования были гумусонакопление и гидрогенная аккумуляция карбонатов кальция.

В элювиальной позиции катены в дерново-неглубокоподзолистой почве эволюционные изменения проявились в переходе от лугового фитоценоза (гумусово-квазиглеевая почва) к лесному, т.е. смене дернового типа почвообразования на подзолообразование.

В транзитной позиции условия изначально были более влажными и фитоценоз имел черты лугово-болотного растительного сообщества. Переход от лугово-болотной стадии функционирования почвы к лесному был постепенным. Эволюция почв в транзитной позиции проявилась в смене лугово-болотного (перегнойно-глеевая) к подзолообразовательному типу через луговую стадию (гумусово-квазиглеевая).

В транс-аккумулятивной позиции в органо-аккумулятивной серогумусовой почве [7] лугово-болотная стадия (перегнойно-глеевая) сменилась на лесную.

Согласно результатам УМС-датирования PhyOC удалось установить, что гумусово-аккумулятивный этап почвообразования приходится на период среднего голоцена – 6500–5300 гг. до н.э. (калиб.), что соответствует наиболее древним датам, полученным ранее по гуминовым кислотам (ГК-II) [2; 3; 10]. Сравнение радиоуглеродных профилей почв, построенных на разных органосодержащих материалах, позволили определить наибольшую устойчивость углерода фитолитов (PhytOC) к омоложению по сравнению с органическим веществом почвы (ГК-II). Омоложение возраста углерода разных датируемых материалов определяется интенсивностью текстурной дифференциации почв по катене.

Литература

1. *Будина Л.П., Ерохина А.А.* Генетические особенности дерново-подзолистых глееватых холодных почв со вторым гумусовым горизонтом Красноярского края // Почвоведение. 1969. № 10. С. 13–28.

2. *Василенко В.И.* Автоморфные почвы южно-таежного левобережья Томского Приобья. Автореф. дис … к.б.н. М., 1973

3. *Гаджиев И.М.* Эволюция почв южной тайги Западной Сибири. Новосибирск: Наука, Сибирское отд-е, 1982. 455 с.

4. *Добровольский Г.В., Афанасьева Т.В., Василенко В.И.* О возрасте и реликтовых признаках почв Томского Приобья. Мат-лы к симпозиуму 4 совещания географов Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, 1969. С. 117–119.

5. *Драницын Д.А.* Вторичные подзолы и перемещение подзолистой зоны на север Обь-Иртышского водораздела // Изв. Докучаевской почвенной комиссии. 1914. № 2. С. 1–34.

6. *Дюкарев А.Г.* Ландшафтно-динамические аспекты таежного почвообразования в Западной Сибири. Томск: Науч.-техн. литература, 2005. 283 с.

7. *Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н.* Почвы Васюганской равнины со сложным органопрофилем // Почвоведение. 2011. № 5. С. 525–538.

8. *Караваева Н.А.* Генезис и эволюция второго гумусового горизонта в почвах южной тайги Западной Сибири // Почвообразование и выветривание в гумидных ландшафтах. М.: Наука, 1978. С. 133–157.

9. *Петров Б.Ф.* К вопросу о происхождении второго гумусового горизонта в подзолистых почвах Западной Сибири // Тр. Томского ун-та. 1937. Т. 92. С. 43–69.

10. *Толчельников Ю.С.* К характеристике абсолютного возраста второго гумусового горизонта дерново-подзолистых почв Западной Сибири // Докл. АН СССР. Сер. геолог. 1970. Т. 191. № 5. С. 1151–1152.

11. *Уфимцева К.А.* Почвы южной части таежной зоны Западно-Сибирской равнины. М.: Колос, 1974. 203 с.

12. *Gavrilov D.A.* Phytolith Transport in Texturally Differentiated Soils // Annual Research & Review in Biology. 2017. – Vol.: 18. – Issue.: 6. – P. 1–10.

УДК 631.10

ГИПСОВЫЕ НОВООБРАЗОВАНИЯ В ПОЧВАХ

А.А. Гагулина

Иркутский государственный университет, gagulina99@mail.ru

Новообразования в почвах – это минеральные тела, различающиеся скульптурными формами и химическим составом, которые появились в процессе почвообразования в разных частях почвенного профиля. Новообразования гипса характерны для почв полузасушливых и засушливых областей земной поверхности, особенно для молодых водноаккумулятивных поверхностей морских, озерных и речных побережий внутриконтинентальных районов. Целью исследования является изучение гипсовых новообразований и условий их формирования. Гипсовые и карбонатно-гипсовые новообразования относятся к числу объектов, записывающих информацию об окружающей среде и биосферно-геосферных взаимодействиях. Будучи минеральным образованием, с относительной твёрдостью и прочностью (что способствует сохранности), они являются своеобразными носителями памяти в почвенных системах и тесно переплетены с генезисом почв и их эволюцией (используются в палеореконструкции и реконструкции климата). Для решения поставленной цели изучались литературные источники, посвященные описанию условий формирования и характерных особенностей гипсовых новообразований в почвах разных регионов.

По материалам Минашиной Н.Г. (1953, 1975, 2002) Акимцева В.В. (1953), Хисматуллина Ш.Д. (1962), Шишова (2006), почвы с наличием в профиле новообразований гипса встречаются в ландшафтах с различным водным режимом: в автоморфных, полугидроморфных и гидроморфных почвах. Наиболее широко распространены крупные кристаллы гипса в форме одиночных кристаллов, двойников, «ласточкиных хвостов», сростков, друз, «гипсовых роз». Свежеотложенные новообразования гипса характерны в виде светлых налетов и выцветов, белых крапинок и прожилок мучнистого облика, более редок гипсовый псевдомицелий.

Почвы с повышенным содержанием гипса приурочены к различным элементам рельефа: подгорным наклонным равнинам, возвышенностям, склонам и понижениям. Источником гипса в почвах являются загипсованные материнские породы, гипс, поступающий в почву с грунтовыми водами, а также сульфаты кальция, привнесенные из атмосферы. Гипсовые новообразования во многом определяют концентрацию и активность ионов кальция в почвенном растворе, состав ППК, pH почвенного раствора

На территории Иркутской области засоленные почвы имеют не значительное распространение, и особое место среди них занимают гипсоносные почвы. Эти почвы сформированы на продуктах выветривания и переотложения кембрийских осадочных пород, они встречаются на речных террасах, располагаются по днищам сухих ложбин, нижним частям склонов, под луговой растительностью и под изреженными травянистыми березовыми лесами. В профиле некоторых почв встречаются гипсово-карбонатные новообразования: белоглазки, белёсые примазки и мучнистые стяжения различных форм и размеров по трещинкам и порам, ходам мезо- и микрофауны, по ходам корней растений.

Таким образом, гипсоносные почвы в основном приурочены к аридной зоне (пустыни, полупустыни и сухие степи) и широко распространены в Азии, Северной Африке, на юге Европы, в центральной и северной Америке, Австралии. Но гипсоносные почвы изредка встречаются в степной, лесостепной и лесо-таежной зонах Евроазиатского континента, там, где почвообразование развивается на гипсоносных породах, изученность этих почв слабая. На территории Верхнего Приангарья под влиянием элементарных почвенных процессов происходит формирование очень своеобразных для данной территории и условий почвообразования почв, имеющих в своем профиле гипс.

Работа рекомендована ст. преподавателем кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ Н.Д. Киселевой.

УДК 631.481

ТРАНСФОРМАЦИЯ КРИОМЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОЧВ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА

Ю.А. Головлева[1], Е.А. Коркина[2]
[1]Московкий государственный университет им. М.В. Ломоносова, Julango@mail.ru
[2]Нижневартовский государственный университет, lenaknv@gmail.com

В специфических климатических условиях Западной Сибири непосредственное влияние на почвообразование оказывает криогенез. Сезонное промерзание пород является приоритетным процессом в формировании почв криометаморфического отдела, влияя на обмен, превращение и перемещение веществ. Наличие на сравнительно коротких дистанциях почв с явными признаками текстурной дифференциации и практически недифференцированных, может объясняться различиями в гидротермических режимах, зависящих от топографических, литологических и фитоцентотических характеристик локальных участков.

Работа направлена на выявление зависимости процессов, приводящих к формированию дифференциации профилей почв криометаморфического отдела, от локальных теплового и водных режимов почв средней тайги Западной Сибири.

Объектами исследования являются суглинистые почвы на плейстоценовых отложениях зоны средней тайги Западной Сибири. Разрезы были заложены на Аганском Увале и левом берегу протоки Кирьяс. Климат района исследования умеренный континентальный, со среднегодовой температурой –4–2 °С; в январе средняя температура составляет –20 °С, а в июне 18 °С. Годовое количество осадков составляет 580 мм, с самыми интенсивными дождями с июля по сентябрь. Зима суровая и продолжительная с устойчивым снежным покровом до 50–60 см, лето короткое и сравнительно тёплое. Растительность представлена темнохвойными лесами, с елью, сосной сибирской, лиственницей, пихтой и сосной обыкновенной в древесном ярусе. Район исследования относится к зоне островной вечной мерзлоты. Почвообразующими породами являются суглинки, супеси, пески аллювиального и древнеаллювиального генезиса.

Исследуемые почвы характеризуются наличием серовато-бурого криометаморфического горизонта, который имеет специфическую творожистую криогенную структуру, переходящую в угловато-крупитчатую с присутствием мерзлотной шлировости в нижней части профиля. Над

криометаморфическим горизонтом формируется бурый иллювиально-железистый горизонт с творожистой структурой и сизовато-серый подзолистый, который в одних случаях хорошо выражен, а в других – фрагментарен и маломощен. Во влажном состоянии, в криометаморфическом горизонте, проявляется тиксотропность. Почвы сильнокислые, с большим количеством Fe-Mn конкреций в профиле, обладают высокой липкостью за счет присутствия в минералогическом составе смектитов.

Мы предполагаем, что в результате дивергентной эволюции в сходных условиях произошло расхождение типов изучаемых почв. В теплые климатические периоды, возможно, усиливались процессы текстурной дифференциации в почвах, которые ранее не имели признаков иллювиирования глины из-за позднего оттаивания и краткости активного периода. Таким образом, текстурно-дифференцированные суглинистые почвы могут формироваться на участках с большей теплообеспеченностью и более ранним протаиванием и характеризоваться промывным водным режимом практически в течение всего вегетационного периода.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 17-17-01293 от 04.05.2017.

Работа рекомендована д.б.н., член-корр. РАН, проф. каф. географии почв Факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова П.В. Красильниковым.

УДК 631.878

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ТОРФЯНЫХ ПОЧВ НИЗИННОГО ТИПА

Д.А. Денисенко
Томский государственный педагогический университет,
mitrich.com@sibmail.com

Торфяные ресурсы являются богатейшей сырьевой базой для получения различной продукции промышленного и сельскохозяйственного назначения. В сельском хозяйстве торф используется для получения БАДов, гормонов роста растений, органоминеральных удобрений пролонгированного действия, подстилки для животных, субстрата для гидропонного выращивания растений, для мульчирования почвы и в других целях. Однако ассортимент выпускаемой продукции зависит от качества сырья.

В органическом веществе (ОВ) торфа выделяют следующие основные группы: битумы (Б), водорастворимые вещества (ВРВ), легкогидролизуемые вещества (ЛГВ), трудногидролизуемые (ТГВ), негидро-

лизуемый остаток (Л), гуминовые (ГК), фульвовые кислоты (ФК). Из ОВ торфов большое внимание уделяется ГК, которые обладают высокой биологической активностью, т.к. представляют собой нерегулярные высокомолекулярные и полифункциональные соединения различной природы, способные вступать в различные реакции. Всё это указывает на необходимость изучения органической части торфа, его качественного и количественного состава в разных по генезису торфяных болотах.

Целью данной работы является изучение группового состава ОВ древесного торфа, и дополнительное выделение из отдельной навески древесного торфа ГК для последующего исследования их биологической активности. Объектом исследования послужил образец древесного низинного торфа, отобранный на месторождения «Таган» Томской области. Месторождение представляет собой низинное болото, площадью 4068 га с максимальной глубиной торфяной залежи 9 м. Образцы торфа отбирались буром ТБГ-1 по всему профилю торфяной залежи, на пункте 1 стационара Таган; мощность залежи на данном участке не превышает 3 м. Ранее был проведен химический анализ по всему торфяному профилю. В статье внимание уделено древесному торфу, залегающему на глубине 175–200 см., со степенью разложения 45 %, и зольностью 6.6 % с целью определения направления его использования. Для этого было проведено изучение группового состава торфа по методу Инсторфа с выделением всех основных групп ОВ торфа.

В результате группового анализа были получены следующие результаты: Б – 3.3 % на органическую массу (ОМ); на долю ВРВ и ЛГВ пришлось 37.7 % ОМ; ГК составили 34.0 % ОМ; ФК – 12.5 % ОМ; ТГВ – 1.9 % ОМ; Л – 7.2 % ОМ. На основании результатов анализа и критериев для выделения в запасной фонд (Лиштван И.И., Терентьев А.А., Базин Е.Т., Головач А.А., 1983) можно сделать некоторые выводы. Так, основным критерием выделения торфа как сырья для получения битумов является содержание Б не менее 5 % ОМ что не наблюдается в исследуемом торфе и получение такой продукции невозможно. Для производства продуктов гидролиза в торфе должно быть ЛГВ+ВРВ+ТГВ не менее 60 %, что так же не позволяет использовать исследуемый торф в этих целях. Для гуминовых кислот пригоден торф с содержанием ГК не менее 30 % ОМ и со степенью разложения торфа более 25 %, что позволяет использовать древесный торф для производства ГК.

Таким образом, древесный торф на месторождении Таган с глубины 1.75–2.00 м. можно использовать в качестве сырья для получения ГВ и использования в сельском хозяйстве.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. Л.И. Инишевой.

УДК 631.87

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА НА РАЗЛОЖЕНИЕ СТЕРНИ В ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ ПОД ПОСЕВАМИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

М.Н. Дубинина, Е.А. Полиенко, В.А. Лыхман,
Р.З. Абдуллаева, А.Е. Попов
ФГБНУ «Донской зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства», Ростовская область, п. Рассвет,
dubinina-marina@rambler.ru

В процессе возделывания полевых сельскохозяйственных культур возникает ряд проблем, решение которых требует от аграриев использования технических и материальных ресурсов. Система современного земледелия позволяет сводить экономические затраты к минимуму, при этом сохраняя, а иногда и повышая экологичность производственных процессов. Одной из таких проблем является очистка полей от пожнивных остатков и соломы, остающихся на полях после уборки урожая. Солома – ценнейший источник питания для урожая следующего года, она на 35–40 % состоит из органического углерода, содержит 0.5 % азота, 0.5 % фосфора и порядка 2.5 % калия, а также различные микроэлементы. Крайне важны микроорганизмы, разлагающие солому, так как продуктами своей жизнедеятельности они улучшают структуру почвы.

Для очистки полей от стерни и соломы и включения их в круговорот элементов питания непосредственно в полевых условиях весьма эффективной показала себя обработка растительных остатков гуминовым препаратом BIO-Дон.

Эксперимент проводился в условиях полевого стационара ФГБНУ «ДЗНИИСХ», обработка пожнивных остатков проводилась непосредственно после уборки озимой пшеницы путем опрыскивания гуминовым препаратом BIO-Дон в дозировке 2 л/га, в эксперименте также был использован модифицированный гуминовый препарат с добавлением культуры Clostridium. В качестве контрольных вариантов рассматривались почва без внесения препарата и почва с внесением аммофоса в количестве 100 кг/га. Динамические изменения фиксировались в весенний период перед посевом яровой пшеницы.

Внесение азотных удобрений оказало влияние на скорость разложения пожнивных остатков: их количество в пахотном слое по сравнению с контролем без удобрений снизилось в 1.35–1.4 раза. Таким образом, жизнедеятельность собственно почвенной микрофлоры активизируется под действием азотистых веществ.

Применение же гуминового препарата усилило действие азотных удобрений, в очередной раз подтверждая положительное влияние внесения гуматов на развитие микробиологических сообществ в почве. Дополнительное введение в гуминовый препарат культуры Clostridium привело к снижению количества растительных остатков в 1.2 раза по сравнению с применением немодифицированного препарата.

В контрольных вариантах без применения гуминового препарата наблюдается сезонное изменение количества гумуса в пахотном слое, а именно закономерное его снижение вследствие процессов окисления в условиях низких температур и повышенной влажности. Применение гуминового препарата BIO-Дон оказало влияние и на содержание органического вещества в пахотном слое: если к началу сева яровой пшеницы количество гумуса в контрольных вариантах снизилось на 0.08–0.15 %, то уровень органического вещества в вариантах, обработанных гуминовым препаратом, сохранился практически постоянным и оказался максимальным из всех вариантов, что весьма важно для формирования будущего урожая.

Таким образом, гуминовые препараты оказываются весьма эффективными средствами для борьбы с засорением пашни пожнивными остатками, увеличивая скорость разложения соломы непосредственно в полевых условиях, тем самым значительно ускоряются процессы включения растительного органического вещества в естественный его круговорот.

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

УДК.631.4

ЗАСОЛЕННЫЕ ПОЧВЫ ПРИОЛЬХОНЬЯ И О. ОЛЬХОН

Н.А. Зверева [1], Е.Р. Хадеева [2]
[1]Иркутский государственный университет, koffffein@mail.ru
[2]Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, war_ker@mail.ru

Район исследования находится в горно-котловинной провинции Приольхонья и низкогорного округа о. Ольхон [2]. В Тажеранских степях Приольхонья и на о. Ольхон, в прибрежной части соленых озер формируются интразональные для региона засоленные почвы – солончаки [3]. Они содержат в профиле легкорастворимые соли в количествах, токсичных для сельскохозяйственных растений [1]. На берегах озер, сложенных влажным сапропелем с сильным запахом сероводорода, частично произрастают галофиты. Тонкий слой выцветов солей, толщиной в несколько миллиметров, покрывает всю поверхность при-

брежных почв. Немногочисленные сведения о засоленных почвах определили цель работы – изучить их физико-химические свойства и дать классификацию по степени засоления.

В результате проведенных анализов было установлено, что pH водной суспензии почвы оз. Холбо-Нур (Приольхонье) и оз. Шара-Нур (о. Ольхон) – щелочная (табл.). По гранулометрическому составу представленные почвы относятся к песчаным и супесчаным.

Легкорастворимые соли почвы около оз. Холбо-Нур представлены: нетоксичными ($Ca(HCO_3)_2$ – 0.2 мг-экв/100 г; $CaSO_4$ – 4.5 мг-экв/100 г) и токсичными ($MgSO_4$ – 14.6 мг-экв/100 г; Na_2SO_4 7.9 мг-экв/100 г; NaCl – 2.4 мг-экв/100 г; KCl – 2.4 мг-экв/100 г). Сумма токсичных солей преобладает над нетоксичными.

В почве около оз. Шара-Нур соли представлены нетоксичными ($Ca(HCO_3)_2$ – 0.4 мг-экв/100 г) и токсичными ($Mg(HCO_3)_2$ – 0.5 мг-экв/100 г; Na_2SO_4 – 1.6 мг-экв/100 г; NaCl – 3.1 мг-экв/100 г; KCl – 0.8 мг-экв/100 г; K_2SO_4 – 0.4 мг-экв/100 г). Нетоксичные соли почти отсутствуют.

Таблица. Содержание ионов в водной вытяжке почв.

Объект	pH	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Плотный остаток
		мг-экв/100 г почвы							%
берег оз. Холбо-Нур	8.89	0.2	27.0	4	12	0.6	8	14.6	1.89
дно оз. Шара-Нур	9.15	2.5	3.5	0.8	4.7	1.2	0.4	0.5	1.57

Таким образом, согласно классификации почв по степени засоления [4], почву около Тажеранского озера Холбо-Нур можно отнести к солончаку хлоридно-сульфатного типа с повышенным содержанием гипса, около ольхонского озера Шара-Нур по степени засоления почва сильнозасоленная с содово-сульфатным типом.

Литература

1. *Лопатовская О.Г.* Мелиорация почв. Засоление почвы: учеб. Пособие / О.Г. Лопатовская, А.А. Сугаченко – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2010. – 101 с.

2. *Кузьмин В.А.* Опыт почвенно-географических исследований на территории Байкальской Сибири / В.А. Кузьмин // География и природ. ресурсы. – 2007. – N 3. – 197–205 с.

3. *Байкаловедение: в 2-х кн.* – Новосибирск: Наука, 2012. – Кн. 1. – 468 с.

4. *Панкова Е.И.* Методические рекомендации по мелиорации солонцов и учету засоленных почв / Е.И. Панкова, Н.И. Базилевич. – М.: Колос, 1970. – 32 с.

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

УДК 631.47

АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ УРБАНИЗАЦИИ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ НА ПРИМЕРЕ НОВОЙ МОСКВЫ

С.А. Ибатулина
Российский университет дружбы народов, Москва,
sophiya.alfredovna@gmail.com

Урбанизация является одной из ключевых тенденций изменения современного землепользования. К 2050 году более 70 % десятимиллиардного населения Земли будет проживать в городах. Последствия урбанизации, такие, как, изменение климата, деградация почв, снижения биоразнообразия, оказывают влияние на состояние окружающей среды и качества жизни населения. Одним из важных компонентов урбоэкосистемы является почвы. Они выполняют такие важные функции, как поддержание биоразнообразия, хранение питательных веществ, фильтрацию и компостирование веществ, поддержание человеческой деятельности. Городские почвы значительно отличаются от естественных, варьируясь от слегка модифицированных до искусственных почв. На функции и сервисы городских почв оказывает влияние как нынешний тип землепользования, так и исторический. Анализ экологических функций почв на урбанизированной и фоновой территориях является перспективным методом для интегральной оценки роли почв для человека и окружающей среды, интерпретации и адаптации результатов почвенных изысканий для широкого спектра практических задач. Данное исследование проводилось для оценки влияния урбанизации на свойства почв Новой Москвы.

Новая Москва – это прогрессивно развивающаяся городская территория площадью 1500 км^2, присоединенная к Москве в 2012 году, проект направлен на решение проблем урбанизации и окружающей среды, путем перехода от мегаполиса к мегарегиону. Для анализа воздействия урбанизации на функции и свойства почв Новой Москвы мы изучили

карты 2 периодов – 1981 и 2016 гг. Анализ карт проводился с помощью программы QGIS 2.14. Наше исследование показало, что к 2016 г. доля урбанизированной территории возросла в 3 раза. Потери территорий лесов, лугов, пашен составили 8.5 %, 86.3 % и 18 % соответственно (рис.).

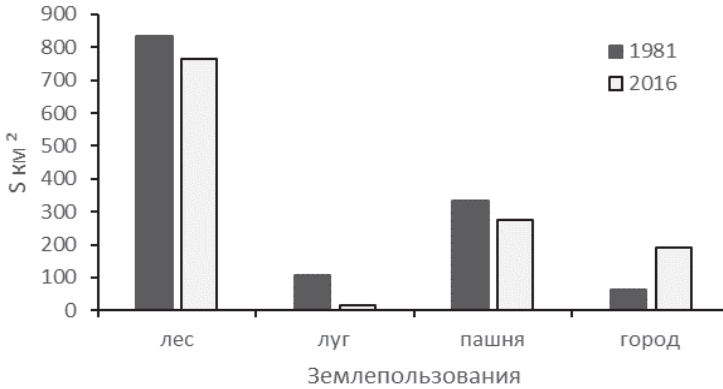


Рисунок. Площадь лесов, лугов, пашен и городских территорий в 1981 г. и 2016 г.

После анализа объекта исследования были выбраны точки отбора проб почвы с разной историей землепользования. Отбор проб производился на глубину 0–10, 10–30, 30–50, 50–100, 100–150 см. Для анализа свойств почвы были выбраны 3 типа фоновых почв (лес, луг, пашня) и два типа урбанизированных территорий (селитебные и промышленные). Были исследованы следующие свойства почв: углерод микробной биомассы, базальное дыхание, CO_2, pH и C/N.

За последние 35 лет урбанизация привела к преобразованию почти 280 км^2 пашен, лугов и лесных экосистем в городские территории. Экстраполяция исследуемой модели землепользования позволит прогнозировать возможные последствия будущей урбанизации на почвенные ресурсы в Новой Москве.

Работа рекомендована к.б.н., PhD, доц. департамента ландшафтного проектирования и устойчивых экосистем В.И. Васеневым.

УДК 631.472

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ПОЧВ ВОДНО-ЛЕДНИКОВЫХ ЛАНДШАФТОВ ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ В КРУПНОМ МАСШТАБЕ

И.А. Ильичев
МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, igor.ilichev.1996@mail.ru

Исследование проводилось для выявления пространственной неоднородности почв водно-ледниковых ландшафтов Южной Карелии. Работа проходила в Южной части Республики Карелия в районе поселка Эссойла Пряжинского района. В основу работы положены два взаимно дополняющих подхода: анализ почвенного разнообразия и пространственной вариабельности почвенного покрова. На исследуемой территории были выбраны два отличающихся друг от друга ландшафта: расчлененная водно-ледниковая гряда на хорошо дренированных моренных и флювиогляциальных песках и супесях (далее – Участок 1) и заболоченная равнина на озерно-ледниковых глинах (далее – Участок 2). В каждом из этих ландшафтов была заложена регулярная сетка размером 1×1 км с шагом 100 м. Соответственно, каждая сетка включала в себя 100 почвенных разрезов. Для каждого разреза было произведено морфологическое описание, а также взяты почвенные образцы для дальнейших анализов.

Для первого участка типичными почвами являются дерново-подзолы (30.5 %) и дерново-подбуры (38.9 %), а для второго – торфяно-элювоземы глеевые (45 %) и элювоземы глеевые (20 %). По полученным результатам (для доли почв от общего числа) был подсчитан индекс разнообразия Шеннона-Винера. По Классификации почв РФ 2004 года он составил 3.46 для Участка 1 и 3.43 для Участка 2, по WRB – 2.36 и 2.21 соответственно.

Также была подсчитана вариабельность мощности почвенных горизонтов. Ниже приведены сравнительные диаграммы вариабельности мощности некоторых горизонтов (черным цветом обозначены горизонты Участка 1, серым – Участка 2).

Несмотря на то, что при анализе почвенного разнообразия получены близкие значения индекса Шеннона-Винера, анализ пространственной вариабельности мощности почвенных горизонтов ясно показывает существенные различия пространственной организации двух исследуемых ландшафтов.

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

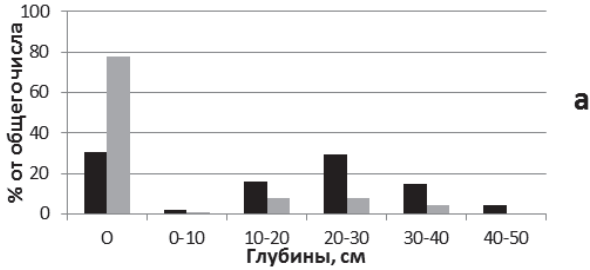


Рисунок 1. Сравнение горизонтов В.

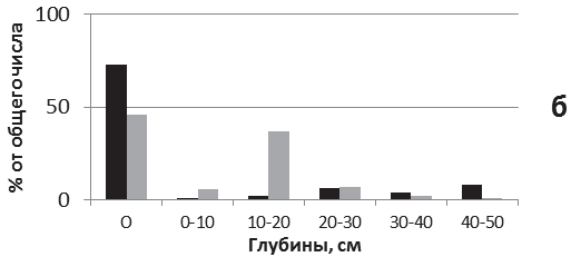


Рисунок 2. Сравнение горизонтов Т.

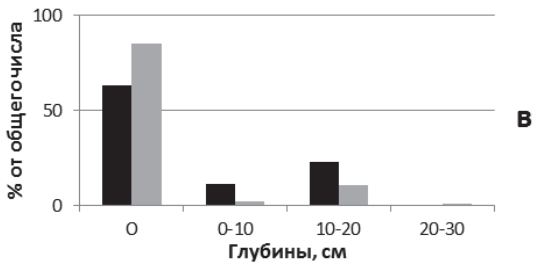


Рисунок 3. Сравнение горизонтов Е.

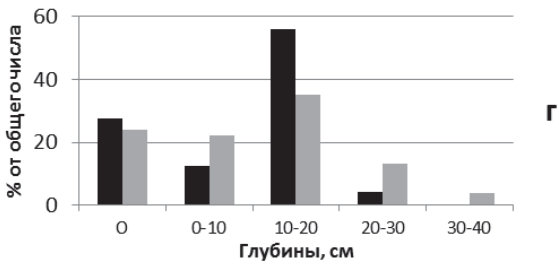


Рисунок 4. Сравнение горизонтов А.

УДК 633.1:631.542.4

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ ПОЧВ НА ООПТ «ВИШНЁВАЯ ГОРА»

О.С. Кашина
Пермский государственный аграрнотехнологический университет,
samofalovairaida@mail.ru

Для поддержания круговорота веществ и энергии в биосфере необходимо сохранение целинных почв. Все природные компоненты ландшафта находятся под охраной, в том числе и почвенный покров, поэтому необходимо знать характеристику почвенного покрова ООПТ.

Цель исследования – изучить почвенный покров ООПТ «Вишнёвая гора» и определить особенности почв. Объектом исследования является почвенный покров Вишнёвой горы в Бардымском районе, географическое название – гора Дранзитау. Территория Бардымского района по почвенному районированию Пермского края относится к району дерново-средне-, слабо- и сильноподзолистых тяжелосуглинистых почв, согласно схеме геоморфологического районирования – к Тулвинской низине, расположенной в пределах восточного склона Осинского вала и Тулвинской новейшей депрессии с амплитудами поднятий порядка 200 м. Отметки рельефа 90–200 м; углы наклона 2–4° до 6–7° на окраинах. Почвообразующие породы – элювиально-делювиальные глины и суглинки, образовавшиеся из глин, мергелей и известняков пермской системы. Вид ландшафта – эрозионный пластовый с участками ледниковых отложений на верхнепермских терригенных (обломочных) породах. ООПТ «Вишнёвая гора» – ботанический памятник природы регионального значения, где главное достояние – степная вишня, которая является не характерным видом для южно-таежной зоны. Вишня произрастает на склонах южной экспозиции и на вершине увала в сосняке, где иногда образует сплошные заросли.

Построены геоморфологические профили горы с севера на юг и с запада на восток. Юго-западные склоны короткие и крутые, а в направлении с запада на восток, наоборот, склоны более длинные и пологие. Почвенные разрезы заложены на склонах разной экспозиции и под различной растительностью. Так, на вершине горы под разнотравьем была обнаружена дерново-карбонатная типичная легкосуглинистая маломощная почва на известковом мергеле. Ниже по склону также под луговым разнотравьем обнаружена дерново-бурая тяжелосуглинистая почва на элювии пермских глин, плотная, не вскипающая, укороченная. На восточном склоне под луговой растительностью (188 м н.у.м.) сформировалась среднемощная, с хорошо выраженным гумусовым горизонтом

дерново-карбонатная выщелоченная легкосуглинистая почва на элювии известняков и пермских глин. На южном склоне почвенный покров под древесной растительностью представлен дерново-бурой среднемощной тяжелосуглинистой почвой на элювии пермских глин с хорошо развитым профилем по сравнению с почвами на других склонах. Вскипание отмечается только в переходном горизонте и породе. Гумусовый горизонт тёмный, до черного, резко выделяется в профиле, который слабо дифференцирован на горизонты по окраске. В нижней части южного склона под лиственным лесом обнаружена дерново-бурая тяжелосуглинистая намытая почва на элюво-делювии мергелей и пермских глин, где вскипает только почвообразующая порода. Особенности морфологии почв: ярко-красная окраска профиля, характерная для красноцветных глин; наличие известкового щебня; чёткое выделение гумусового горизонта, слабая дифференциация срединной и нижней частей профиля, органогенные поверхностные горизонты имеют мощность 3–8 см, а гумусовые – 9–21 см; встречаются как карбонатные, так и бескарбонатные породы. Наибольшей мощностью профиля и меньшей щебнистостью обладают почвы южных склонов.

По различной мощности профиля на склонах южной и северной экспозиции, можно предположить разновозрастность ландшафтов, различную интенсивность и скорость процессов выветривания и почвообразования.

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

УДК 631.4

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ (НА ПРИМЕРЕ ОДНОГО ХОЗЯЙСТВА)

А.Д. Киреева
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
kireeva_alina96@mail.ru

Пространственное варьирование свойств почв на любом сельскохозяйственном угодье есть результат совокупного действия естественных процессов и практики землепользования. С одной стороны, характерной особенностью всей описываемой территории является отчетливо выраженный микрорельеф – он представлен микроповышениями в виде бугорков, бугров, кочек и микропонижениями: лунками, западинами. С другой стороны, изменение варьирования различных почвенных показателей при окультуривании земель происходит достаточно сложным

образом. Некоторые параметры уменьшают варьирование за счёт гомогенизации участка. Другие параметры в основном зависят от технологии внесения удобрений и увеличивают свое варьирование при окультуривании земель. При агрохимическом обследовании поле принято характеризовать средним значением той или иной агрохимически значимой характеристики, однако, с точки зрения «точного» земледелия не для всех характеристик это правильно.

Для выполнения поставленной цели была выбрана территория, которая охватывает условия и типы почв степной зоны. Объектом исследования послужили почвы Апанасенковского района Ставропольского края, расположенные на территории СПК «Путь Ленина». Полевые исследования проходили при работе в экспедиции факультета почвоведения МГУ в 2016 году. Территория хозяйства, в целом, является благоприятной для возделывания сельскохозяйственных культур. К неблагоприятным сторонам климата относятся частые оттепели зимой и неустойчивый снежный покров, а также небольшое количество осадков и их ливневый характер, суховеи. Преобладающей почвообразующей породой изучаемого объекта, на которой формируется каштановая почва, являются лёссовидные карбонатные суглинки. Сельхозугодия занимают площадь в 46117.8 га или 92.4 % от общей площади хозяйства. Направление развития хозяйства – овцеводческо-зерновое с одинаково развитыми отраслями животноводства и растениеводства.

Для отбора образцов было выбрано одно поле в пределах хозяйства отвечающее следующим требованиям: площадь от 100 га, контуры поля полностью лежат в площади преобладающего почвенного контура (в данном случае контура каштановых почв общей площадью – 11024.6 га). В пределах площади одного поля был заложен один ключевой разрез (отбор проб проводился погоризонтно, а также каждые 10 см в пределах корнеобитаемого слоя), а также отобрано 108 образцов с глубины 5–15 см по регулярной схеме со случайно-регулярным расположением точек с шагом 100 м. Заложение и описание проводилось в засушливый период для того, чтобы исключить влияние увлажнения на морфологические признаки почв.

В результате химических анализов и дальнейшей статистической обработки данных было выявлено, что неоднородность участка не очень высока. Для значений pH отмечен низкий коэффициент вариации, минимальное и максимальное значения различаются на 1.5 единицы. На основе статистического анализа нами сделан вывод, что пространственная неоднородность поля по этому свойству была не высока.

Работа рекомендована с.н.с., к.б.н. А.С. Сорокиным.

УДК 631.48

КРИОАРИДНЫЕ ПОЧВЫ ЮГО-ВОСТОЧНОГО АЛТАЯ: ОСОБЕННОСТИ МОРФОГЕНЕЗА В ЛАНДШАФТНО-ВЫСОТНОМ РЯДУ

Ю.В. Конопляникова[1,2], М.А. Бронникова[2], М.П. Лебедева[2,3]
[1]Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
[2]Институт географии РАН, [3]Почвенный институт им. В.В. Докучаева,
jkonopl@gmail.com

Проведен иерархический морфогенетический анализ криоаридных почв Юго-Восточного Алтая ландшафтно-высотного ряда нарастающей аридности: высокогорная криоксерофитная степь с элементами альпийской флоры (2400 м), высокогорная криоксерофитная степь (2200 м), опустыненная криоксерофитная степь (1900 м). Исследованные почвы имели ряд общих черт строения. Для буроокрашенного, плохо оструктуренного на макро-уровне криогумусового (АК) и буровато-палевого палево-метаморфического горизонтов (BPL) были характерны микрозернистая структура, обилие полуразложившихся растительных остатков, наличие пылевато-глинисто-гумусовых кутан на минеральных зернах и на слаборазложенных растительных остатках (свидетельствует о современности процесса криогенной сортировки материала); присутствие ожелезненных растительных остатков. Красноватые тона в окраске горизонтов обусловлены специфической окраской глинисто-гумусовой плазмы, в том числе в составе кутан на зернах. В гор. АК микроструктура лучше выражена и растительный детрит более обилен. Гор. BCAic1 во всех разрезах характеризовался скоплением сухооторфованного корневого войлока. Аккумулятивно-карбонатные горизонты были сильно щебнисты, характеризовались разнообразием многослойных карбонатно-гумусовых кутан на щебне. Преимущественно на верхних гранях крупных минеральных зёрен присутствовали криогенные глинисто-пылевато-песчаные кутаны. Объект, сформированный в самых гумидных условиях, характеризовался наиболее тяжелым грансоставом, наиболее мощным гор. АК с хорошо развитой дерниной, более сложной структурной организацией, более высокой степенью гумификации органического вещества. Гор. BPL имел хорошо оформленную криогенную ооидную микроструктуру, в нём выявлены ходы почвенной мезофауны. Горизонты BCA в этом профиле содержали тонкодисперсные пропиточные карбонаты, имел сизоватую окраску (обусловленную, по-видимому, литогенным, или связанным с надмерзлотным оглеением), имел криогенную ооидную микроструктуру. Средний член ряда отличался наибольшим содержанием недоразложен-

ных растительных остатков и более выраженной биогенной микрозернистостью в гор. АК. Самый аридный член ряда в верхней части гор. АК имел подгоризонт akl: тонкослоисто-пузырчатую корку с округлыми порами; с поверхности содержал карбонаты в виде пропиток, натечных карбонатных кутан на щебне, остатков карбонатных кутан; в нем максимально было выражено ожелезнение и окарбоначивание растительных остатков. Карбонатные горизонты АК и BPL в этом случае отличалось менее более светлой окраской, нижний гор. ВСА был сцементирован карбонатами. Проведенные исследования криоаридных почв позволили заключить, что криоаридные почвы являлись полигенетичными. ВСА горизонты данных почв содержали признаки реликтовых процессов миграции и отложения карбонатов и гумуса в виде кутан на обломках пород, а АК и BPL горизонты содержали признаки, преимущественно, соответствующие текущей факторной обстановке.

В современных аридно-семиаридных условиях возможны следующие почвенные процессы: 1. накопление в криогумусовом горизонте специфического органического вещества, богатого мелким сухооторфованным детритом; 2. биогенное микроструктуривание (хуже выражен в наиболее аридных условиях); 3. криогенная перегруппировка пылевато-глинистого вещества: образование округлых микроагрегатов и силикатных кутан; 4. перекристаллизация верхнего слоя карбонатных кутан; 5. ожелезнение и окарбоначивание растительных остатков (максимально выражено в наиболее аридных условиях).

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ, проект № 14-27-0013 (теоретические основы, морфогенетический анализ) и проекта РФФИ 17-04-0152 (полевые работы, изготовление тонких шлифов).

Работа рекомендована д.б.н., проф. И.С. Урусевской.

УДК 631.412

ПРИРОДА ВОДОРАСТВОРИМОЙ ФРАКЦИИ ЗАЛЕЖНЫХ СВЕТЛО-СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ

А.В. Королева

Казанский (Приволжский) федеральный университет, honeyanni@list.ru

Сокращение пахотных земель является в настоящее время общемировой тенденцией, наиболее масштабно проявляющееся на территории современной России. Образование залежей здесь обычно имеет характер стихийного забрасывания пахотных участков, которое сопровождается самопроизвольным восстановлением исходных растительных

экосистем. Формирование залежной растительности в лесной и лесостепной зонах начинается с зарастания сорняками, затем в течение нескольких лет происходит формирование лугового фитоценоза. На последней стадии развития залежной растительности в данных зонах, происходит внедрение древесных растений и сукцессии древесных сообществ. Залежный фитоценоз на каждой стадии развития необходимо рассматривать как современное динамичное состояние растительности, характеризующееся определенным биоразнообразием и продуктивностью фитоценозов. Стадии развития залежной растительности будут отражаться на характере постагрогенной трансформации почв, в том числе будут влиять на их гумусного состояния.

Цель данной работы – изучение в разновозрастных залежных светло-серых лесных почвах, находящихся под сорной и луговой растительностью, содержания и качественного состава фракции почвенного органического вещества (ПОВ), выделяемого кипящей водой.

Изучали два сопряженных разновозрастных залежных участка, приуроченные к одному элементу рельефа, расположенные в Камско-Устьинском районе Республики Татарстан. Почвы – светло-серые лесные на делювиальных суглинках. Молодая залежь имела возраст 7 лет и находилась в основном под сорной растительностью. Залежь 80 летнего возраста была представлена стабильным разнотравно-злаковым луговым фитоценозом, подвергавшимся ранее систематическому сенокошению и не имеющим признаков зарастания древесными растениями. На изучаемых залежных почвах были заложены 2 систематические гексагональные решетки, из узлов которых были послойно отобраны смешанные (через 5 см) образцы почв старопахотного горизонта (Апах) на глубину 20 см.

В почвенных образцах определяли содержание углерода органических соединений (Сорг), а также проводили выделение фракции ПОВ кипячением в воде по методике (Schulz et. al., 2005). Содержание Сорг водорастворимой фракции проводили по методу Тюрина после выпаривания аликвоты выделенной фракции. Из анализа результатов был сделан вывод, что в верхних слоях Апах вместе с накоплением Сорг идет заметное накопление лабильной фракции ПОВ, выделяемой кипящей водой. Для качественной характеристики водорастворимой фракции ПОВ в выделенных растворах были измерены спектры поглощения в УФ и видимой области с помощью двухлучевого спектрофотометра Lambda 35 (Perkin Elmer). Нами использовались критерии оценки спектров поглощения, нашедшие широкое применение для характеристики смесей природных соединений неопределенного состава (в том числе

гумусовых веществ их почв, донных осадков и др.), это показатели – SUVA и $S_{275–295}/S_{350–400}$. Было показано, что спектры поглощения разновозрастных залежных почв имели существенные различия.

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

УДК 631.4.

ГУМИНОВЫЕ ВЕЩЕСТВА – МОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОРБЕНТЫ УГЛЕВОДОРОДОВ

В.Р. Крупа, А.В. Перминова
Санкт-Петербургский государственный университет,
viktoria.krupa.95@mail.ru

С ростом антропогенной нагрузки на природные объекты всё больший интерес представляют работы по поиску путей обезвреживания нефтяных углеводородов. В связи с чем возрастает потребность в веществах, которые могли бы снять отрицательное воздействие нефтепродуктов на окружающую среду. Одними из экономически оправданных и экологически безопасных сорбентов нефти и нефтепродуктов могут быть сорбенты на основе гуминовых веществ (ГВ).

Гуминовые вещества – тёмно-окрашенные природные высокомолекулярные органические азотсодержащие гетерополимеры арилгликопротеидной природы. Им свойственно отсутствие постоянства химического состава и молекулярной массы. Эти вещества – нетоксичные соединения, в соответствие с ГОСТ 12.1.007-76 относятся к IV классу опасности, в живых организмах не кумулируются, местный раздражающий эффект на коже не вызывают, аллергенным и мутагенным действием не обладают.

Гуминовые вещества, как коллоидные системы, обладают всеми основными свойствами поверхностно-активных веществ (ПАВ), что обусловлено гидрофильными и гидрофобными участками в их молекулах. Амфифильность (или дифильность) молекул ГВ способствует образованию структурированных (коллоидных) мицелл. Коллоидные мицеллы ГВ в водной среде способны солюбилизировать гидрофобные соединения, включая нефть и нефтепродукты, внутри себя. Солюбилизация – коллоидное растворение, точнее, самопроизвольное и обратимое проникание солюбилизата (какого-либо гидрофобного вещества), внутрь коллоидных мицелл. Способ включения молекул солюбилизата в коллоидные мицеллы в водных растворах зависит от природы вещества. Возможно три способа:

1. неполярные углеводороды, внедряясь в мицеллы, располагаются в углеводородных ядрах мицелл;

2. полярные органические вещества (спирты, амины, кислоты) встраиваются в мицеллу между молекулами поверхностно-активных веществ так, чтобы их полярные группы были обращены к воде, а липофильные части молекул ориентированы параллельно углеводородным радикалам;

3. молекулы солюбилизата не проникают внутрь мицелл, а закрепляются на их поверхности.

При солюбилизации неполярных углеводородов в ядрах мицелл углеводородные цепи могут раздвигаться, в результате диаметр мицелл увеличивается. Солюбилизация в водных растворах поверхностно-активных веществ обычно увеличивается с повышением гидрофобности поверхностно-активных веществ и гидрофильности солюбилизата.

Как следует из предварительных исследований, сорбционная способность коллоидных структурированных мицелл ГВ была не очень высокой, она составляла примерно 1 грамм углеводородов на 1 грамм сухих ГВ, но в отличие от других сорбентов, молекулярные сорбенты на основе ГВ, могут легко разбираться и высвобождать нефть и нефтепродукты.

Всё указанное выше позволяет утверждать, что препараты ГВ, представляющие собой структурированные коллоидные мицеллы, способны очищать почвы, загрязнённые нефтепродуктами.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. А.И. Поповым.

УДК 631.41

ДИНАМИКА СОСТАВА АТМОСФЕРНЫХ ВЫПАДЕНИЙ И ПОЧВЕННЫХ ВОД В ТЕЧЕНИЕ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА В ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСАХ

А.И. Кузнецова[1,2], М.В. Горнова[1], Д.Н. Тебенькова[1], А.Д. Катаев[1]
[1]Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва
[2]Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
nasta472288813@yandex.ru

В условиях глобальных изменений изучение биогеохимических циклов углерода и азота в лесных экосистемах приобретает особую актуальность. Однако пока динамика этих элементов на разных стадиях аутогенных сукцессий изучена недостаточно. Целью данной работы стала оценка изменения состава атмосферных выпадений и почвенных вод хвойно-широколиственных лесов Брянской области в течение веге-

тационного периода. Объектом исследования выбран сукцессионный ряд формирования полидоминантных широколиственных лесов с елью на вершинах грив зандровых местностей заповедника «Брянский лес», где первая стадия соответствует соснякам кустарничково-зеленомошным, вторая – смешанным лесам с елью и сосной и третья – полидоминантным широколиственным лесам с елью. Для оценки объема и состава атмосферных и почвенных вод на пробных площадях заложены осадкоприемники и гравитационные почвенные лизиметры. Учет объема атмосферных вод и почвенных вод производили ежемесячно в полевых условиях сразу после отбора воды. Наряду с объемом проводили измерения pH и электропроводности портативными pH и EC-метрами. Оценка содержания общего углерода и азота проводилась на анализаторе общего углерода/азота TOC-VCPN. Для данного исследования образцы атмосферных и почвенных вод пропускали через мембранные фильтры MF-Millipore с диаметром пор 0.45 мкм для оценки растворенного органического вещества (РОВ). Статистическая обработка результатов проводилась в пакете STATISTICA (α=0.05).

Атмосферные выпадения в окнах/межкроновых пространствах отличались большими объемами и низким содержанием углерода и азота, что связано с отсутствием полога, задерживающего, перераспределяющего и насыщающего атмосферные воды. В подкроновых пространствах объемы выпадений и содержание в них углерода и азота в лесах разных стадий сукцессий/разного типа сопоставимы.

Выявлена горизонтальная меж- и внутрибиогеоценотическая изменчивость и в объеме почвенных вод, которая связана, во-первых, с разной активностью поглощения гравитационной влаги разной растительностью, а во-вторых, с особенностями суммарного испарения в разных типах леса. Отмечена сезонная динамика объемов почвенных вод: в период высокой вегетативной активности, с мая по июль, объемы почвенных вод во всех типах леса оказались наименьшими из-за активного поглощения воды биотой, в первую очередь, растительностью. В лиственных лесах в это время гравитационная почвенная вода не накаливалась. Почвенные воды сосняков кустарничково-зеленомошных, характеризующих первую стадию сукцессии, отличались самым высоким содержанием углерода, самым низким содержанием азота, широким отношением C/N, а также высокой кислотностью и низким уровнем электропроводности. Состав этих почвенных водах обусловлен составом низкозольного и кислого опада, значительными объемами проникающих под кроны осадков, что способствует развитию элювиирования. Почвенные воды полидоминантных хвойно-широколиственных лесов

имеют нейтральный или слабокислый характер среды и отличаются более высокой электропроводностью, что указывает на более высокое содержание в этих водах основных катионов кальция, калия, натрия, магния и др. Несмотря на низкое содержание углерода и азота в составе атмосферных вод «окна», их концентрация в почвенных водах максимальна. Это связано с вымыванием этих соединений из органогенных горизонтов почв. Полученные данные позволяют оценить сезонную динамику поступления растворенного углерода и азота в составе атмосферных выпадений и выноса этих элементов почвенными водами в ходе сукцессионного развития хвойно-широколиственных лесов.

Исследования выполнены при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 16-17-10284).

Научные руководители: Лукина Н.В., д.б.н., директор ЦЭПЛ РАН; Орлова М.А., к.б.н., ст.н.с. ЦЭПЛ РАН; Семиколенных А.А., к.б.н., старший преподаватель ф-та Почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова.

УДК 631.4

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХАСЫРЕЕВ ЮЖНОЙ ТУНДРЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ РАЗНЫХ ЭВОЛЮЦИОННЫХ СТАДИЙ

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

Хасыреи – это спущенные котловины термокарстовых озер. Такие ландшафтные объекты представляют большой интерес с экологической и сельскохозяйственной точки зрения, так как в первые годы после осушения озера хасыреи обладают феноменальной продуктивностью. В настоящее время они занимают около 19–20 % южной тундры Западной Сибири (Голубятников, 2015). Площадь спущенных озер только увеличивается в связи с глобальным потеплением климата и активизацией процессов термокарста. Поэтому целью работы стало изучение экологических особенностей хасыреев, соответствующих разным эволюционным стадиям.

Объектами исследования стали четыре хасырея трех стадий развития. Они располагаются в южной тундре Западной Сибири на территории Пур-Тазовского междуречья (ЯНАО, окрестности пос. Газ-Сале). Согласно облику растительных сообществ, в которых отражается процесс олиготрофизации котловины, эволюционные стадии условно на-

званы «молодой», «средней», «старой». Для оценки экологических особенностей определен видовой состав эдификаторов растительных сообществ, оценена урожайность травостоя путём укосов на площадках 20×20 и 40×40 см, определен элементный состав растительности. Для выявления особенностей почвенного покрова хасыреев разных стадий по трансекте от центра к периферии котловин заложены разрезы. В почвенных разрезах отобраны образцы и проведен морфологический анализ почвенного профиля, что позволило выделить три типа донных отложений. В почвенных образцах выполнены стандартные химические и физико-химические анализы (pH водной и солевой вытяжки, сумма обменных катионов, гидролитическая кислотность, содержание подвижного фосфора, углерода, общего азота). В крупных водоемах, микроозерках, мочажинах и почвенных растворах хасыреев отобраны воды. Почвенные растворы собирались при помощи керамических свечей с диаметром пор 2 мкм. Во всех водах определялись показатели pH, электропроводности, далее воды проходили фильтрацию через фильтры 0.45 мкм, после чего в них определялись содержание растворенного органического и углерода, макро- и микроэлементный состав.

Результаты, полученные при отборе надземной фитомассы свидетельствуют о том, что наиболее продуктивными являются фитоценозы молодого хасырея (170 ц/га). Разным частям озерной котловины соответствуют различные типы донных отложений, в краевой части – сложенная крупными слоями (15–20 см) толща, а в центральной – ритмичные пачки из тонких прослоев песка и переотложенного торфа. Анализ водных образцов показал, что хасыреи очень сильно различаются между собой в зависимости от эволюционной стадии. Также выявлены отличия между типами вод каждого хасырея (табл.).

Таблица. Средние значения pH, электропроводности, содержания растворенного неорганического (РНУ) и растворенного органического углерода (РОУ) в остаточных озерках (в), мочажинах (м) и почвенных растворах (п) хасыреев.

Стадия хасырея	pH			Эл-ть (мкСм/см)			РНУ (мг/л)			РОУ (мг/л)		
	в	м	п	в	м	п	в	м	п	в	м	п
Молодой	5.55	5.27	6.06	85	137	43	9	2	16	25	20	25
Средний	6.36	5.83	6.29	30	22	124	1	2	6	45	19	23
Старый	4.41	4.49	5.47	52	68	254	6	7	30	20	31	30

Таким образом, к экологическим характеристикам, свидетельствующим об олиготрофизации хасыреев можно отнести уменьшение значений pH, снижение электропроводности вод мочажин и озер, увеличение содержание РНУ в почвенных растворах и увеличение РОУ в почвенных растворах и водах мочажин.

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

УДК: 631.412+ 574.47

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЭМИССИИ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА ПОЧВАМИ В ОСНОВНЫХ ТИПАХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЗВЕНИГОРОДСКОЙ БИОСТАНЦИИ МГУ

Ю.В. Куприянова
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
yuli4k.kupryanowa@yandex.ru

Эмиссия диоксида углерода (CO_2) – один из основных компонентов биогеохимического цикла углерода в наземных экосистемах. По оценкам разных авторов [1] диоксид углерода атмосферы в наземных экосистемах примерно на 25–40 %, а иногда и на 90 % имеет почвенное происхождение. Поскольку эмиссия с поверхности почв является самым мощным источником CO_2, даже небольшие изменения почвенного дыхания в глобальном масштабе могут привести к серьезным сдвигам концентрации диоксида углерода в атмосфере [4]. Площадь лесных экосистем на земной поверхности составляет около 4 млрд. га, а их значимость в регуляции содержания парниковых газов атмосферы была признана ключевыми международными соглашениями по сохранению глобального климата – Рамочной конвенцией ООН об изменении климата (РКИК ООН), Киотским протоколом и Парижским соглашением. Это диктует необходимость детальных исследований эмиссии CO_2 почвами с учетом пространственной и временной изменчивости. Хотя данных по интенсивности почвенных потоков CO_2 в лесных экосистемах накоплено немало [3], сохраняется высокая неопределенность количественных оценок, усугубляющаяся климатогенными, биогенными и антропогенными нарушениями лесов [2]. Требуют уточнения вклады автотрофной и гетеротрофной составляющих в дыхание почв.

Цель работы – оценка эмиссии CO_2 почвами и ее пространственной изменчивости в лесных биогеоценозах (БГЦ) подзоны широколиственно-хвойных лесов.

Эмиссия диоксида углерода (CO_2) с поверхности почв лесных биогеоценозов Звенигородской биостанции МГУ в летний период изме-

няется в среднем от 120 до 350 мг С-CO_2/м^2 в час в зависимости от гидротермических условий (влажности и температуры почв) и типа фитоценозов. Интенсивность выделения CO_2 внутри биогеоценозов не зависит от парцеллярной структуры, но варьирует со сменой растительных микрогруппировок с максимумом в микрогруппировках кислицы в сосново-еловом и кленово-липовом лесах и орляка в елово-березовом лесу и минимумом на лишенных растительности вывалах деревьев. До 50 % почвенной эмиссии CO_2 проходится на верхний (0–20 см) слой почвы. Вклад микробного дыхания в общую эмиссию CO_2 почвами определяется погодными условиями и изменяется от 9–33 % в засушливое лето до 55–75 % в благоприятный по температуре и влажности летний период.

Литература

1. *Добровольский Г.В., Никитин Е.Д.* Экология почв. Учение об экологических функциях почв. М.: Изд-во Московского ун-та, 2012.

2. *Копцик Г.Н., Кадулин М.С., Захарова А.И.* Влияние техногенного загрязнения на эмиссию диоксида углерода почвами в Кольской Субарктике // Журнал общей биологии. Том 76, № 1. С. 48–62.

3. *Пулы и потоки углерода* в наземных экосистемах России / Отв. ред. Г.А. Заварзин. М.: Наука, 2007. 315 с.

4. *Schlesinger W.H., Andrews J.A.* Soil respiration and the global carbon cycle // Biogeochemistry. 2000. V. 48. No. 1. P. 7–20.

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

УДК 631.4

ПОЧВЫ ЛИТОКАТЕН НА НИЗКИХ ТЕРРАСАХ ОБИ И ТОМИ ЮГА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.О. Курасова, А.О. Константинов, С.В. Лойко
Томский государственный университет, kurasovalina@gmail.com

Исследования выполнены на низких террасах Оби и Томи на юге Томской области, преимущественно в пределах Обь-Томского междуречья. Эта территория расположена окрестностях Северск-Томской городской агломерации, где сосредоточено более 70 % населения Томской области. Активно развивающаяся пригородная застройка, рекреация, а также выбросы поллютантов ставят под угрозу устойчивое функционирование террасового природного комплекса, в пределах которого находится область питания Томского водозабора. Однако до сих пор в литературе отсутствует достаточно полное факторно-экологическое описание почв низких террас междуречья. Нами получены данные о почвен-

ном покрове зоны контакта полей эолового дюнно-западинного рельефа с легкими породами и плоских поверхностей террас с непереработанными процессами эоловыми покровными суглинками в качестве почвообразующих пород. На грядах полей эолового рельефа формируются Brunic Folic Arenosols. В западинах между грядами – Folic Entic Podzols (Lamellic) и Lamellic Chromic Folic Arenosols. В окраинных частях полей эолового рельефа – Brunic Bathyprotoargic Arenosols (Endostagnic) и Albic Lamellic Luvisols (Ruptic). На участках террас с ненарушенными покровными суглинками – Albic Luvisols. Среди рассмотренных почв наименее устойчивы к антропогенному воздействию Arenosols, поэтому они нуждаются в разработке регламента их использования, так как выполняют важные экологические функции по закреплению песков на грядах, поддержанию устойчивого состояния сосновых боров и, самое важное, качества подземных вод.

В ходе исследований установлено следующее:

1. Почвы грядово-западинного рельефа, сложенного песками – Arenosols сменяются, через серию переходных почв, зональными почвами Luvisols. Подобная структура почвенного покрова была заложена до атлантического периода голоцена, процессами эоловой переработки поверхности террас.

2. В центрах компактных западин среди гряд залегали Entic Podzols, формирующиеся под управляющим воздействием поверхностного и внутрипочвенного стока по ламеллям. Последние в основном были унаследованы от этапов литогенеза.

3. Podzols и Arenosols имели наиболее развитые свойства albic вблизи болот, а также в нижних частях склонов грив.

4. При приближении к тыловым швам террас уменьшалась степень эоловой переработки террас и амплитуда перепадов высот между вершинами грив и западинами между ними. Brunic Arenosols замещались Bathyprotoargic Arenosols и Luvisols, так как в пределах 200 см от поверхности почвы появился суглинистый горизонт, выступающий локальным водоупором. В этом же направлении усиливался его красноватый оттенок, вызванный остаточной аккумуляцией (гидр-)оксидов железа. Появление этого горизонта положительно сказалось на продуктивности и устойчивости лесных экосистем, увеличении проективного покрытия травяного яруса.

5. Чем ближе к поверхности залегал суглинистый слой (или горизонт argic), тем слабее проявлялся его красноватый оттенок. Вместе с тем усиливались признаки иллювиирования, становился более развитым кутанный комплекс.

6. Близкое расположение к старому сибирскому городу Томску сказалось на функционировании экосистем и почв. В настоящее время их пространственная структура определяется пирогенным фактором, рубками леса и рекреационным воздействием. Часть почв прошла через распашку до начала XX века. Хорошие лесорастительные условия части рассматриваемых почв поддерживают крупные лесные массивы.

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

УДК 631.4

ПОГРЕБЕННЫЕ ПОЧВЫ ЛЕСОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ КАК ИНДИКАТОРЫ ДИНАМИКИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ ГОЛОЦЕНА

Ф.Г. Курбанова
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
fkurbanova403@gmail.com

В настоящее время большинство археологов разделяет точку зрения о том, что археологические памятники являются хранилищем многочисленных данных об окружающей среде, о древней природе, эволюции почв, растительного покрова и древнего животного мира [1]. Оказываясь *in situ* в погребенном состоянии под курганной/оборонительной насыпью, почвенный профиль тысячелетиями сохраняет «палеоэкологическую память». Погребенные почвы часто подвержены диагенетическим изменениям, но основные свойства сохраняются хорошо и выражены столь же контрастно, как и в современных почвах. Современный почвенный покров Восточно-Европейской равнины имеет в основном голоценовый возраст, но имеющиеся материалы по эволюции почв в голоцене отрывочны и существуют лишь по некоторым частям территории [3].

Многочисленные примеры эволюции почв и ландшафтов на границе лес – степь привел В.В. Докучаев (1883). В центральной части Восточно-Европейской равнины на границе лесной и степной зон в результате изменения температурного режима и осадков смещались границы леса и степи: в случае потепления границы степных ландшафтов продвигались на север, а в более гумидной обстановке лесные участки проникали в степь. Общеизвестны концепции островного наступания леса на степь, продвижения степей вдающимися мысами в сторону лесов, блуждания лесов по степным территориям [2].

Объектами исследования стали погребенные почвы в северной и центральной части лесостепной зоны Восточно-Европейской равнины. Были исследованы почвы под оборонительными валами в Белгородской области, пос. Борисовка и в Липецкой области, Задонского района, с. Мухино. Погребённая почва под фортификационным валом в Белгородской области была классифицирована как (Chernic) Luvic Phaeozem Loamic и содержит в себе свойства предшествующей гумидной стадии почвообразования, которая сменилась на аридную, дата погребения составляла около 1500 л.н. Фоновая почва (заложенная в 10 м от погребенной почвы) была определена как – Chernic Greyzemic Luvic Phaeozem (Loamic). Современная почва имеет свойства, характерные для лесного почвообразования, однако, в профиле были сохранены признаки степной стадии педогенеза.

В оборонительном валу у городища Мухино было исследовано 2 почвы, погребённые в разное время – 2500 и 1500 л.н. Палеоклиматическая реконструкция на основе погребенных почв Задонского района показала, что 2500 л.н. климат был гумидным, близким к современным условиям, а свойства почвы, погребённой 1500 л.н., отразили наложенные признаки степного почвообразования. Изучение свойств погребённых почв в хроноряде 2500–1500 л.н. – современные условия позволило уточнить палеоклиматические тренды во второй половине голоцена в лесостепной зоне Восточно-Европейское равнины.

Литература

1. *Дергачева М.И., Васильева Д.И.* Реконструкция природных условий в степной зоне Самарского Поволжья в позднем бронзовом веке (по данным изучения гумуса погребенных почв). Вопросы археологии Поволжья, вып. 3. 2003. С. 316–323.

2. *Чендев Ю.Г.* Природная эволюция лесостепных почв юго-запада Среднерусской возвышенности в голоцене. Почвоведение. № 5. 1999. С. 549–560.

3. *Эволюция почв и почвенного покрова.* Теория, разнообразие природной эволюции и антропогенных трансформаций почв / Отв. ред. В.Н. Кудеяров, И.В. Иванов. М.: ГЕОС, 2015. 925 с.

Исследование проведено в рамках проекта РНФ № 16-17-10280.

Работа рекомендована д.б.н. А.О. Макеевым.

УДК 631.4

ПОЧВЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ И АНТРОПОГЕННО-ИЗМЕНЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

М.А. Лазарева
ФГБНУ ЦМП им. В.В. Докучаева, Санкт-Петербург
ФГБНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва,
margoflams@mail.ru

При анализе цифровой почвенной карты (ЦПК) Ленинградской области (ЛО), масштаба 1:200 000, и базы данных (БД) к ней, которые создаются в ЦМП им. В.В. Докучаева в соответствии с госзаданием № 0671-2014-0002, были выявлены изменения в почвенном покрове.

На территории ЛО выделены различные в зависимости от рода деятельности человека ландшафты: лесохозяйственные (собственно лесные, лесозаготовительные), мелиоративные (собственно мелиоративные, мелиоративно-лесные), агропроизводственные (агрогенные, постагрогенные, агромелиоративные), урбанизированные (магистральные, селитебные, промышленные).

Практически во всех ландшафтах выявлено большое количество структур почвенного покрова, компонентами которых являются: естественные, антропогенно-измененные, антропогенные почвы и непочвенные образования.

Естественные почвы. Все почвы, профиль которых не затронут антропогенным влиянием.

Наиболее характерными почвами для ЛО являются: подзолы, подбуры, дерново-подзолистые, дерново-элювиально-метаморфические, торфяные олиготрофные и эутрофные, торфяно-глеевые, перегнойно-глеевые, аллювиальные серогумусовые, петроземы, псаммоземы, литоземы, карболитоземы.

Антропогенно-измененные почвы. Горизонты таких почв изменены человеком. В них содержатся: признаки урбопедогенеза (артефакты), распашки, проведения осушительной мелиорации, механического нарушения естественного залегания почвенных горизонтов, искусственного поступления материала.

К ним относятся: торфоземы, турбированные, стратифицированные, окисленно-глеевые, агрогенные и постагрогенные почвы.

Антропогенные почвы. Это почвы, профиль которых сконструирован человеком. Верхний горизонт этих почв состоит из материала гумусового горизонта естественных почв, свойства которого частично сохранились, а частично трансформировались под воздействием города.

К ним относятся стратоземы, мощность насыпной толщи которых более 40 см, интродуцированные почвы, имеющие в своем строении привнесенный гумусовый горизонт.

Данные почвы встречаются и в геохимических типах ландшафтов (по М.А. Глазовской): элювиальных, транзитных и аккумулятивных.

Почвы элювиальных ландшафтов занимают повышенные элементы рельефа, при глубоком залегании грунтовых вод (плато, водоразделы рек, верхние позиции гряд, холмов).

В условиях геохимического подчинения (подножия гряд, холмов) выделены почвы аккумулятивно-элювиального подтипа ландшафта.

Почвы транзитных ландшафтов занимают склоны водоразделов и повышений.

В условиях верхней части склона выделены почвы трансэлювиальных, нижней – трансэлювиально-аккумулятивных ландшафтов.

Почвы аккумулятивных ландшафтов занимают равнинные территории, прилегающие к склонам, замкнутые водоемы и поймы рек.

Выявлены основные факторы дифференциации почвенного покрова ЛО: рельеф, неоднородность почвообразующих пород, пестрота растительного покрова, водная эрозия, аллювиальные и пролювиальные процессы, уровень грунтовых вод, вырубка леса, осушительная мелиорация, строительство, прокладка продуктопроводов. Определен вклад каждого фактора в формирование отдельных почвенных комбинаций с указанием фактора, оказывающего наибольшее влияние.

УДК 631.4

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ЛЕСНЫХ ПОДСТИЛОК В УСЛОВИЯХ БОТАНИЧЕСКОГО САДА МГУ ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА

Ю.Д. Леонтьева, Н.А. Крылова, В.В. Большакова,
А.И. Почтенная, Ф.И. Земсков
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
mrspraxa@gmail.com

Лесные подстилки являются одним из важнейших компонентов лесных биогеоценозов, на роль которых обращал внимание выдающийся ученый Г.Ф. Морозов, профессор С.-Петербургского лесного института в 1901–1917 гг. Этим определяется постоянный интерес исследователей к этому специфическому природному телу. Одним из направлений в лесном почвоведении является установление особенностей струк-

турной организации подстилок. В данном отношении лесные насаждения Ботанического сада МГУ им. М.В. Ломоносова (Воробьёвы горы) являются уникальными, так как они характеризуются не только одновозрастностью (около 60 лет), но и формированием на однотипной минеральной матрице. Были исследованы лесные подстилки хвойных насаждений, включая ельник, сосняк и лиственничник, мелколиственные – тополёвник и берёзово-кленовые насаждения, а также широколиственные насаждения, представленные грабинником. В каждом из них в летний сезон 2017 года были отобраны подстилки в 5-кратной повторности с последующим разбором на фракции и определением величин содержания золы при 450 °С. Показано, что для мелколиственных и широколиственных насаждений были характерны деструктивные подстилки, представляющие собой опад прошлых лет. В ельнике и сосняке также преимущественно были распространены аналогичные типы подстилок, но в условиях мертвопокровных участков, характерных для приствольных повышений, развивались гумифицированные подстилки строения О1–О2–О3. В лиственничниках формировались ферментированные подстилки, а в условиях приствольных повышений – гумифицированные. Определение общих запасов органического вещества, сосредоточенного в подстилках, показало, что в деструктивных подстилках сосняка, грабинника, тополёвника и березняка максимальные величины могут составлять до 1 кг/м^2, а в подстилках гумифицированного типа (со строением О1–О2–О3 мертвопокровных участков близ стволов ельника и лиственничника) эти величины возрастали до 5–10 кг/м^2. Такие показатели связаны с высоким содержанием золы (50–70 %) в нижних горизонтах подстилок. Фракционный состав подстилок мелколиственных и широколиственных насаждений характеризовался высокой долей крупного детрита – до 60–70 %, тогда как в листовом опаде доля этого детрита была меньшей. В подстилках тополёвника и берёзово-кленовых насаждений обнаруживалась хвоя – до 10 %, что объясняется межфитоценозным обменом опада. Средневзвешенное содержание золы (ССЗ) в деструктивных подстилках ельника составляло 15 %, сосняка – 7 %. Для ферментатированных подстилок лиственничника эти величины составляли 16 %. В гумифицированных типах подстилок ельника ССЗ составляло 28 %, тогда как для лиственничиников – 35 %. Для деструктивных подстилок грабинника и берёзово-кленовых насаждений ССЗ составляло около 10 % и несколько больше в подстилках тополевника – 29 %. Для тополевника это обусловливалось высокой зольностью веток и их значительным вкладом в структуру подстилок. Общие запасы зольных элементов (ОЗЗЭ) в подстилках функционально были связаны с типами

подстилок и, в первую очередь, с вкладом нижних горизонтов, если речь шла о гумифицированных подстилках. Для подстилок ельников ОЗЗЭ колебалось от 0.1 до 0.3 кг/м^2, для лиственничников – от 0.2 до 0.5 в ферментатированных подстилках и до 1.5–5.0 кг/м^2 для подстилок со строением О1–О2–О3. Для сосняков ОЗЗЭ не превышало 0.1 кг/м^2, для тополёвников находилось в пределах 0.1–0.8 кг/м^2, а в березняке величины не превышали 0.1 кг/м^2. Структурная организация лесных подстилок, включая запасы органического вещества и зольных элементов, самым были тесным образом связаны с типологией подстилок, что подчеркивало ведущую роль классификации лесных подстилок.

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

УДК 631.4

ЛАТЕРАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА МЕРЗЛОТНЫХ ОЗЕРНО-БОЛОТНЫХ ЛАНДШАФТОВ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

С.В. Лойко
Томский государственный университет, s.loyko@yandex.ru

В подзоне северной тайги Западной Сибири плоские междуречья заняты озёрно-болотными ландшафтами, состоящими из следующих основных компонентов: мерзлые плоскобугристые болота; термокарстовые озёра; заболоченные елово-кедровые леса вдоль ручьёв; котловины осушенных термокарстовых озёр (хасыреи) разных стадий развития; азональные сосновые леса на альфегумусовых почвах, которые формировались вдоль крупных рек, ограничивающих междуречья; зональные светлохвойно-темнохвойные на криометаморфических почвах, не испытывающих влияния многолетней мерзлоты, встречались реже. Исследования проводились на северном макросклоне Сибирских Увалов, на междуречье рек Пякупур и Чучуяха (бассейн р. Пур). Данное междуречье имело ширину около 20 км и дренировалось серией малых рек (ручьев) с мезотрофными лесными болотами в пойме. Превышения междуречья над урезом р. Пякупур составляло не более 10 м, в то время как урезы отдельных междуречных озёр были на 1 м ниже, чем у реки Чучуяха. Ранее река Чучуяха, Апакапур и их притоки впадали напрямую в Пякупур, протекая через рассматриваемое междуречье. В дальнейшем, по мере заболачивания их долин, произошло перегораживание стока и эти реки, объединившись, стали впадать в Вынгапур. Весной все топи междуречья покрываются слоем воды, что даёт основание гидро-

логам рассматривать его как аналог поймы. В таких условиях свойства и режимы компонентов почвенного покрова обусловлены организаций латеральных потоков.

Наибольшую площадь занимали термокарстовые озёра и плоскобугристые болота, их доли были примерно равны. Плоскобугристые болота состояли из бугров (70 %) и мочажин (30 %). Весной сток был поверхностным, что приводило к выщелачиванию растительного опада. Летом сток осуществлялся по мерзлоте, а в мочажинах наиболее проточной являлась верхняя часть залежи. Мощность торфа на этих болотах составляла 0.1–1.4 м, средняя глубина мерзлоты в августе достигала на буграх 80–90 см, с минимальными значениями – 35–40 см, а в мочажинах – более 2 м. При одинаковой мощности торфа граница мерзлоты опускалась по мере увеличения площади водосбора. Под сезонно-талым слоем бугров в обледенелом торфе происходило криогенное концентрирование растворенных веществ. При мощности торфа на буграх менее 50–60 см мерзлота опускается обычно до глубин 1.0–1.5 м. На спрямлёных и вогнутых склонах бугров, при мощности торфа менее 1 м, происходило проникновение фильтрующихся вод в минеральные горизонты, где на гидроксидах железа осаждалось органическое вещество. Содержание растворенного органического вещества было всегда выше в болотных водах бугров, чем мочажин, что связано со временем стояния воды. Из мочажин вода сбрасывалась в озёра. В озёрах происходили гетеротрофная аэробная минерализация и фотодеградация органического вещества, коагуляция продуктов реакций, а также отложение на дно посмертальных остатков макрофитов и планктона, в результате чего формировались донные отложения, обогащенные элементами минерального питания растений. При осушении крупные озёра превращались в хасыреи с повышенными биоразнообразием и продуктивностью, сохраняющихся первые сотни лет. Донные отложения выщелачивались, развивался процесс экосистемной олиготрофизации, хасыреи превращались в олиготрофные болота, растительность которых была подобна таковой мочажин. Организация почвенного покрова изученной территории была связана с протеканием латеральных процессов. Торфонакопление в первой половине голоцена и активизация термокарстовых процессов во второй вызвали значимую перестройку латеральных потоков, что позволило говорить о полигенетичности почв междуречья, связанной с изменением характера и интенсивности латеральных потоков.

УДК 631.10

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

В.А. Лыхман, Е.А. Полиенко
ФГБНУ Донской Зональный НИИСХ, lykvladimir@yandex.ru

В настоящее время значение почвенной структуры и возможность ее улучшения культурой как многолетних, так в отдельных случаях и однолетних трав, признано во всем мире. Стоит отметить структурообразующую роль многолетних трав (так как применение однолетних трав, хотя и не отрицается, но данных по их применению в целях структурообразования не накоплено). Учитывая данный факт, изучение физических свойств почвы и поиск приемов, направленных на сохранение структуры, весьма актуальны.

Исследования проводились в условиях производственного эксперимента на стационаре Донского зонального научно-исследовательского института (ДЗНИИСХ) в Аксайском районе Ростовской области. Схема опыта включала четыре варианта: 1. Фон; 2. Фон + пестицидная норма 1; 3. Фон + пестицидная норма 2; 4. Фон + пестицидная норма 3; 5. Фон + пестицидная норма 4; 6. Фон + BIO-Дон; 7. Фон + пестицидная норма 1 + BIO-Дон; 8. Фон + пестицидная норма 2 + BIO-Дон; 9. Фон + пестицидная норма 3 + BIO-Дон, 10. Фон + пестицидная норма 4 + BIO-Дон. До обработки наблюдается варьирование коэффициента структурности от 1.36 на фоне до 4.66 на восьмой делянке (Фон + пестицидная норма 2 + BIO-Дон), что связано в первую очередь с микрорельефом. Анализ структурно-агрегатного состояния показал следующую динамику коэффициента структурности. До обработки, значение данного показателя на всех вариантах более 1.5; что свидетельствует об отличном агрегатном состоянии почвы. Данный факт указывает на качественную механическую обработку почвы до закладки опыта, а так же на особенность мочковатой корневой системы предшественника (озимая пшеница), которая благоприятно действует на агрофизические свойства чернозёма обыкновенного карбонатного. В процессе вегетации наблюдается позитивная динамика коэффициента структурности на всех вариантах, что вероятно связано с климатическими особенностями отчетного года. На момент первого отбора (до обработки), содержание водопрочных агрегатов диаметром от 5 мм до 0.25 мм варьировалось на опытных делянках от 78 % до 87 %, что соответствует избыточно высокой характеристике почвенных отдельностей по шкале И.М. Бакшеева. Однако в процессе вегетации, закономерно наблюдается снижение данного показателя на всех вариантах. Необходи-

мо отметить, что на вариантах с обработкой почвы пестицидами отрицательная динамика проявляется интенсивней, на варианте 2, потери составили –7 %, фоновая разница достигает –6 %, при коэффициенте наименьшей структурной разницы 4.57. Применение Био-Дона параллельно с пестицидами снижает негативный эффект, фоновые потери снизились до –1.5 %, а на вариантах 6, 7, 8 наблюдается положительная динамика на уровне тенденции. Согласно полученным данным, наблюдается отрицательная динамика агрофизических свойств. До обработки водопрочность агрегатов на всех вариантах оценивалась как хорошая от 100 % до 500 %, вариант 1 (фон) показывал значение 452 % что можно отнести фактически к очень хорошей оценке. Однако в процессе вегетации в почве протекают естественные противоположные процессы диспергации и слитизации почвенных отдельностей, которые являются причиной динамики агрофизических свойств. На момент второго отбора (после обработки) наблюдается снижение критерия АФИ по всем вариантам, однако данная закономерность неоднородна по своим значениям.

Таким образом, можно сделать следующий вывод, химизация производства в современных условиях это необходимое условие получения прибавки урожайности, однако учитывая негативные стороны данного аспекта, следует минимизировать ущерб агрофизическим свойствам почв, в том числе и за счет применения гуминовых препаратов.

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

УДК 911

ИЗМЕНЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ В РЕЗУЛЬТАТЕ УГЛЕДОБЫЧИ НА ПРИМЕРЕ ПОДМОСКОВНОГО БУРОУГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

П.И. Мальцова, П.П. Кречетов, О.В. Черницева
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
malcovapolly@yandex.ru

Научная работа была посвящена исследованию аспектов влияния добычи угля на территорию. Не смотря на то, что угледобыча на данной территории не осуществлялась уже больше 10 лет, тем не менее антропогенное влияние на земли до сих пор колоссальное. Нами изучалось влияние шахтного вида добычи угля, складирования ненужной породы в виде терриконов, просадки земной поверхности над шахтами и многое другое. Учитывая, что земли исследуемой территории относятся к таковым сельскохозяйственного назначения, на которых выращиваются рас-

тения, используемые для получения продуктов питания, необходимо знать, на какие свойства почв повлияла угледобыча.

Для осуществления данных задач была проведена одна экспедиция в сентябре 2017 года и планируется второй этап в летний период 2018 года на территории Тульской области вблизи городов Узловая, Новомосковск, Киреевск и села Майское.

В ходе первого этапа был собран значительный объём информации, а также отобраны и проанализированы почвенные образцы.

Актуальность данной работы можно разделить на прикладную и научную составляющие.

Научная составляющая заключалась в выявлении изменений почвенных свойств под влиянием антропогенного вмешательства определенного типа. С этой целью анализировались:

1. изменение химического состава почв в результате стока поверхностных вод с террикона (потоки кислых вод);
2. образование водоёмов в понижениях (часть с дождевыми водами, а часть с кислотными осадками);
3. увеличение влажности почв в понижениях, образованных в результате просадок земной поверхности над пустотами, образованными заброшенными шахтами;
4. изменение растительного покрова в связи с изменениями в свойствах почвенного покрова.

Прикладная часть была связана с формулированием выводов о степени изменений почвенного покрова и возможного влияния на дальнейшее использование этих земель.

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

УДК 502.65

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ЧЕРНОЗЕМОВ И КАШТАНОВЫХ ПОЧВ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.А. Матюгин, А.К. Шерстнёв
Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону,
vlad.matyugin@mail.ru

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

Важнейшую роль в сохранении и восстановлении биологического потенциала экосистем играют особо охраняемые природные территории (ООПТ). Они являются основным носителем и хранителем информации о процессах формирования естественного биоразнообразия и наиболее эффективным механизмом поддержания экологического баланса территорий. К ООПТ относятся государственные природные заповедники, заказники, природные парки и т.д. По рекомендациям Международного союза охраны природы площадь ООПТ субъекта Российской Федерации должна составлять не менее 10 %. В Ростовской области на долю особо охраняемых природных территорий приходится примерно 2 %.

Исследование валового состава почв проводилось в 2016–2017 г.г. на образцах, отобранных с особо охраняемых природных территорий Ростовской области: ООПТ «Разнотравно-типчаково-ковыльная степь», ООПТ «Раздорские склоны» и в биосферном заповеднике «Ростовский». Почвы данных территорий были представлены чернозёмами обыкновенными и каштановыми почвами. Определение валового химического состава почв проводилось на рентгенофлуоресцентном спектрометре «Спектроскан МАКС-GV». Было определено валовое количество следующих химических элементов: Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Sr, Pb, Ca, Al, Si, P, K, Mg (для макроэлементов был применен перерасчет на оксиды). Основываясь на данных о содержании элементов в почве, были вычислены коэффициент выноса-накопления по А.А. Роде, коэффициент миграции по Ф.Я. Гаврилюку и определен тип выветривания по С.В. Зонну [1], что позволило дать достаточно полную характеристику исследуемых почв.

На основе полученных результатов исследования были сделаны следующие выводы:

1. Разрезы каштановых почв характеризовались наличием «соляного» барьера на глубине 35–45 см, на котором концентрируются такие металлы, как Mn, Cr и Zn, по содержанию четко прослеживается горизонт B_1 (B_2).

2. Zn в каштановых почвах был распределен в целом равномерно, некоторое его накопление отмечено в горизонте B_1 (B_2), в то время как в чернозёмах его количество снижалось вниз по профилю.

3. Распределение Cr характеризовалось равномерным распределением по профилю в каштановых почвах. Но в чернозёмах разных подтипов наблюдалось как увеличение содержания данного элемента вниз по профилю, так и его уменьшение.

4. Количество Mn убывало с увеличением глубины во всех профилях. Его накопление в верхних слоях было связано с биогенной аккумуляцией.

5. Pb равномерно распределялся во всех исследуемых почвах.

Литература

Безуглова О.С., Соборникова И.Г. Методические указания к самостоятельной научно-исследовательской работе студентов и лабораторно-практическим занятиям по курсу «Химические свойства почв и методы их исследования» к разделу «Валовой анализ почв». В двух частях. Часть 2. Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 1991. 21 с.

Исследование было выполнено в рамках научного проекта РФФИ № 16-04-00592_а.

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

УДК 631.4

ГОРНЫЕ ПОЧВЫ СРЕДНЕГО И ЮЖНОГО УРАЛА (НА ПРИМЕРЕ ГПЗ «ШАЙТАН-ТАУ», ООПТ «ОСЛЯНСКИЙ», «КОЛПАКИ»)

Е.П. Микова

Пермский государственный национальный исследовательский университет, ekaterina.mikova@gmail.com

Обследование почвенного покрова особо охраняемых природных территорий (ООПТ) является важной частью их изучения и охраны. Объектом наших исследований являлись почвы центральной части государственного природного заповедника (ГПЗ) «*Шайтан-Тау*», расположенного в середине одноименного хребта на правобережной части р. Сакмары на севере Кувандыкского района Оренбургской области (Южный Урал), а также особо охраняемых природных территорий: охраняемого природного ландшафта «*Ослянский*» (расположен в Кизеловском районе Пермского края, в осевой части Среднего Урала севернее хр. Басеги) и памятника природы «*Колпаки*» (находится в 6 км к северу от поселка Промысла Горнозаводского района Пермского края).

Почвенный покров центральной части заповедника *«Шайтан-Тау»* отличался мозаичностью, обусловленной, в первую очередь, разнообразием геоморфологических, литологических и растительных условий почвообразования. По результатам обследования почвенного покрова на территории центральной части заповедника можно сделать

следующие выводы: на выровненных вершинах залегают тёмногумусовые метаморфизированные бескарбонатные маломощные тяжелосуглинистые слаборазвитые почвы (формула профиля AU-Cm-M), литозёмы тёмногумусовые бескарбонатные сильноскелетные на элювии сланцев (AU-M) и петрозёмы гумусовые (W-M); на южных склонах в условиях периодического увлажнения под лесом встречались тёмно-серые глеевые глубоко оглеенные тяжелосуглинистые почвы на элюво-делювии коренных пород (AU-BELg-BTg-G) и тёмногумусовые почвы различной мощности (AU-Cm-M); в нижней части южных склонов и на берегах ручьев были обнаружены бурозёмовидные почвы, перекрытые стратифицированной толщей (диагностированы как стратозёмы на бурозёме тяжелосуглинистом (RU-[AU-BM])); на безлесых прогреваемых склонах сформировались маломощные щебенистые почвы литозёмы светлогумусовые бескарбонатные очень сильно скелетные (AJ-C-M) и слаборазвитые почвы – петрозёмы гумусовые на плотных породах (W-M).

По результатам аналитической обработки почвенных образцов были сделаны следующие выводы: почвы имели кислую, слабокислую или близкую к нейтральной реакцию среды; в верхних горизонтах содержалось большое количество гумуса (минимальное – литозём светлогумусовый бескарбонатный (3.63 %), максимальное – темногумусовая метаморфизированная среднескелетная (9.29 %)); почвы имели высокую степень насыщенности основаниями (83.75–90.04 %).

На южном склоне ООПТ *«Ослянский»* диагностированы следующие почвы: сухоторфяно-подбуры иллювиально-гумусовые на элювии кварцевых пород (TJ-BH-CR) в горно-тундровом поясе и бурозёмы грубогумусовые тяжелосуглинистые щебенистые на элювии кварцевых пород (AO-BM-C) в горно-лесном поясе. Для почв был характерен короткий щебенистый профиль, подстилаемый плотной породой, кислая реакция среды и высокая гидролитическая кислотность.

Почвенный покров ООПТ *«Колпаки»* был представлен в основном слабогумусированными маломощными средне- и легкосуглинистыми щебнистыми почвами. В более пологих местах (уклон менее 5°) появлялись признаки заболачивания и накопления аллювия. На территории ООПТ *«Колпаки»* были диагностированы бурозёмы грубогумусовые (горно-лесные, примитивно-аккумулятивные почвы) на элювии хлоритово-кварцевых сланцев (AO-BM-M(C)).

Работа рекомендована к.б.н., доц. И.Е. Шестаковым.

УДК 631.4

ВЛИЯНИЕ ГЕОЛОГО-ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА СВОЙСТВА ПОЧВ ЗАПОВЕДНОГО УЧАСТКА «БУРТИНСКАЯ СТЕПЬ» (ОРЕНБУРГСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Д.В. Михайлова
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
mih.daria@gmail.com

«Буртинская степь» является одним из пяти ключевых участков государственного природного заповедника «Оренбургский». Она расположена в Беляевском районе Оренбургской области в 25 км к юго-востоку от села Беляевка. Цель данной работы – охарактеризовать особенности почв и почвенного покрова Буртинской степи, обусловленные геолого-литологическими условиями территории.

Полевые исследования проводились на северо-западе заповедного участка «Буртинская степь» и прилегающей к нему с запада территории. В почвах было определено содержание органического вещества (по методу Тюрина), гранулометрический состав (на лазерном гранулометре), измерена величина pH и электропроводность водной вытяжки.

Буртинская степь расположена в восточной части Предуральского краевого прогиба с преобладающим пологим залеганием пластов. Наиболее распространенными на участке породами являются пестроцветные конгломераты с прослоями песчаников пермского возраста, а также и юрские галечники и глины [2]. Геологическое строение осложняется Тузлуккольской соляной антиклиналью, образованной кунгурской сульфатно-галогенной толщей. Её соляное ядро близко подходит к поверхности на северо-западе участка исследований. Влияние соляной тектоники на участке проявляется и в формировании карстовых форм рельефа: впадин, блюдец в пределах Тузлуккольского карстового поля [1].

Большая часть исследованной территории Буртинской степи была покрыта маломощными четвертичными отложениями, представленными, в основном, современным элювием коренных пород. Для них характерна высокая каменистость, обусловленная включениями гальки и гравия, отпрепарированных от конгломератов и галечников.

Почвы участка отличались малой мощностью как всего профиля, так и отдельных горизонтов. Это было связано большим количеством каменистых включений: галька, гравий и дресва встречаются уже в верхних горизонтах исследованных почв, их количество значительно увеличивалось в нижней части профиля, что препятствует развитию корневых систем растений.

Преобладающими почвами являлись чернозёмы южные. Для чернозёмов Буртинской степи был характерен укороченный гумусовый горизонт мощностью менее 40 см (чаще от 20 до 30 см) с низким (менее 4 %) содержанием гумуса. Исследованные почвы имели близкую к нейтральной реакцию среды: pH варьировало от 6.2 до 7.7 с увеличением в нижних горизонтах почв.

На выходах засоленных пород, приуроченных к Тузлуккольскому соляному куполу, формировались солончаки. Максимум солей был выражен в верхнем горизонте, минерализация водной вытяжки составляла 3.2–5.5 г/л. Гранулометрический состав – тяжелый, с высоким (до 35 %) содержанием илистой фракции. Реакция среды была щелочная (pH от 8.5 до 9.4).

Таким образом, влияние геолого-литологического фактора обуславливает формирование в Буртинской степи малоразвитых, каменистых, слабогумусированных черноземов, а также наличие ареалов галоморфных почв.

Литература

1. *Геоэкологические проблемы* степного региона/ под ред. члена-корр. РАН А.А. Чибилева. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 379 с.

2. *Чибилёв А.А.* Заповедник «Оренбургский»: история создания и природное разнообразие. Екатеринбург: УрО РАН, 2014. 138 с.

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

УДК 63.10

ПОЧВА И ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ УЧАСТКА «МАЛИНОВСКАЯ ДАЧА» ЛИСИНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

В.В. Мишаров, Е.В. Фомина, Е.С. Шамарина
Санкт-Петербургский государственный университет,
efen4ok@rambler.ru, al-aiwe@mail.ru

Лисинское лесничество – одно из самых первых казенных лесничеств в России. Оно организовано в 1834 году по правилам науки лесного хозяйства. Только в Лисинском учебно-опытном лесхозе имеется 160-летний опыт осушения заболоченных лесных земель и болот и опыт выращивания на них леса. В 1973 году Б.В. Бабиковым был заложен опыт по мелиорации лесных почв, так же была составлена почвенная схема, где основными почвами являлись торфяные и глеевые почвы, а почвообразующая порода была представлена ленточными глинами. В 2017 было предложено провести детальное почвенное картирование с целью изучить изменения в почвенном покрове под влиянием мелиорации.

Климат района, в котором находится лесопитомник, умеренно-континентальный. Рельеф исследуемой территории слабо-волнистый с зандрами и моренными равнинами с уклоном на юго-запад.

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 Лисинском лесничестве была составлена топографическая карта масштабом 1:500. По результатам почвенного картирования была составлена почвенная крупномасштабная карта масштаба 1:500 участка «Малиновская дача» Лисинского лесничества, отражающая компонентый состав почвенного покрова и ареалы распространения почв. Отдельно была составлена картограмма мощностей органогенных горизонтов в том же масштабе.

По результатам анализа топографической карты было установлено, что рельеф участка равнинный, слаборасчленённый. Наиболее возвышенные районы располагаются в северной и северо-восточной части и приурочены к кавальеру, образовавшемуся после прокладки мелиоративных канав. В юго-западной части можно отметить несколько небольших повышений с отметками 80–100 см. Наивысшая отметка относительных высот соответствует 170 см. В целом на участке преобладают выровненные территории, наиболее пониженные районы которых, находятся в южной части. Наименьшая отметка относительных высот 40 см. Таким образом, суммарное превышение на участке составляет 130 см (1.3 м).

По результатам анализа почвенной карты было оценено разнообразие почвенного покрова участка. Преобладающими почвами данной территории являются торфяно-глееземы потечно-гумусовые и торфяные олиготорфные глеевые почвы. Почвенный покров южной части участка достаточно однороден, в то время как северная его часть отличается большим разнообразием почвенных типов и подтипов, что можно связать с большей степенью расчлененности рельефа на данной территории. Почвообразующими породами для участка «Малиновская дача» являются озерно-ледниковые отложения, двучленные отложения (песок/ленточные глины), и валунные моренные суглинки. В большинстве случаев мы наблюдали элювиальный, глеевый, окислительный, аккумулятивный и альфегумусовый процессы.

По результатам анализа картограммы мощностей органогенных горизонтов выявлено, что почвы с мощностью органогенного горизонта от 10 до 20 см тяготеют к южной части исследуемого участка, а почвы с мощностью торфяного горизонта более 50 см, к северной части. В их распределении наблюдается в основном связь с рельефом местности.

В целом участок находится в хорошем состоянии, что подтверждается наличием большого разнообразия лесных культур, таких как сосны, ели, лиственницы, дуб и липа.

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

ГУМУС ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ ДОЛИНЫ р. СЕЛЕНГИ НА ТЕРРИТОРИИ МОНГОЛИИ

Б. Мунхбат
Институт растениеводства и земледелия Монголия, Дархан,
mb_monhbat@mail.ru

Исследование почвенного покрова долины р. Селенги проводились неоднократно в разные годы и разными авторами. Целью данного исследования стало изучение почв в трансект-катене на ключевом участке по долине р. Селенги. Выбор ключевого участка был обусловлен ландшафтной и логической дифференциацией. Две катены были заложены в 2–6 км от русла р. Селенги, на левом борту ее долины. Они различаются экспозицией склона (северной и южной), отличаются друг от друга по типу ландшафтов, несмотря на то, что заложены на одной сопке.

Показатели гумусового состояния почв являются главными показателями, отражающими процессы формирования почв, их генетические особенности и уровень плодородия.

Целью работы является изучение содержания органического вещества в засоленных почвах, оценка уровня содержания и запасов гумуса, его профильное распределение.

Результаты и обсуждение: особенности тектонико-геоморфологического строения, специфика климатических условий, влияние поверхностных и грунтовых вод, антропогенных факторов, разнообразие растительного покрова обусловливает сложность и неоднородность почвенного покрова долины р. Селенги.

Почвы представлены следующими типами: горная дерновая лесная карбонатная слабовыщелоченная легкосуглинистая на делювиальных отложениях (р. 15L-035); горная дерновая лесная карбонатная средневыщелоченная среднесуглинистая на делювиальных суглинках вторично одернованная (р. 15L-036); пойменная слоистая карбонатная супесчаная на погребенной пойменной карбонатной глееватой на пойменном аллювии (р. 15L-042); пойменная дерновая глеевая карбонатная тяжелосуглинистая на старичном аллювий (р. 15L-043); темно-

каштановая неполноразвитая карбонатная (поверхностно-вскипающая) супесчаная на делювии, подстилаемом элювием сланцев и песчаников (р. 15L-044).

В лабораторных условиях проводились аналитические исследования почв согласно общепринятыми в почвоведении методам, которые включали в себя определение $pH_{водн.}$, электропроводности и гумуса (метод Тюрина).

Реакция среды колебляются от 6.7 до 8.6. Близкие к щелочным значения pH вероятно связаны с карбонатностью почвообразующих пород. Значения ppt в пределах 0.00–0.15. В почвенном разрезе (р. 035, 0.36) мы выявили весьма низкое содержание гумуса и небольшую мощность гумусового горизонта. Запасы гумуса, например, в горно-дерновой карбонатной почве составили: 0–20 см – от 66 до 123 т/га. Запасы гумуса в пойменно-делювиальных отложениях больше по сравнению горными дерново-карбонатными почвами. Вниз по профилю содержание гумуса немного уменьшается. В слое почвы 0–20 см – от 63 до 195 т/га.

Для регулирования экологического состояния территории необходимо оценить исходное ее состояние. При этом важно зафиксировать наибольшее разнообразие природных условий. Создание крупномасштабных катенарных почвенних карт на территории бассейна рассматривается как одно из направлений решения существующей проблемы. Оценка состояния почвенного покрова и физико-химические свойства позволят иметь достоверные сведения о почвах территории.

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

УДК 631.481

ПОЧВЕННЫЕ СУКЦЕССИИ ПОДЗОЛОВ ПЕСЧАНЫХ ИЛЛЮВИАЛЬНО-ЖЕЛЕЗИСТЫХ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА

Н.П. Неведров
ФГБОУ ВО «Курский государственный университет»,
9202635354@mail.ru

В современном мире в рамках программ, направленных на снижение антропогенной нагрузки на природную среду, сохранение биологического разнообразия, рациональное использование природных ресурсов, оптимизацию природно-антропогенных ландшафтов, устойчивое развитие, важно владеть информацией о максимальном количестве уникальных природных процессов. Этот багаж знаний будет наиболее полно отражать картину динамики событий, происходящих в окружающей среде, и по-

зволит определять и корректировать стратегии сохранения и оптимизации окружающей среды и принимать наиболее правильные управленческие решения во взаимоотношениях «человек-природа».

Подзолы песчаные в ЦЧР занимают сравнительно небольшую площадь. Все они приурочены к аренам рек. В большинстве своём они расположены в надпойменных террасах и служат барьером миграции антропогенных токсикантов. Трансформации и сукцессии подзолов песчаных иллювиально-железистых в условиях лесостепи недостаточно изучены. Имеется много нерешенных вопросов, касающихся динамики свойств подзолов песчаных в условиях повышенной антропогенной нагрузки, особенностей поведения поллютантов в почвенном профиле, почвенного дыхания. Данное исследование направлено на выявление основных сукцессионных почвенных рядов подзолов песчаных в условиях западной части ЦЧР с учетом комплекса воздействующих факторов (возраст древесных насаждений, климатические изменения, лесные пожары, загрязнение почв тяжелыми металлами). Такие исследования обязательны для обоснования возможных отклонений от классических моделей динамических процессов, происходящих в экосистемах.

Цель проекта – изучение сукцессионных и трансформационных процессов в подзолах песчаных иллювиально-железистых, функционирующих под разновозрастными насаждениями сосны обыкновенной, в ландшафтах с высокой антропогенной нагрузкой и фоновых территориях при различных вариациях водного и теплового режимов.

Изучались два участка, на которых расположены искусственно созданные насаждения сосны обыкновенной – возрастом 60–70 лет (урочище Горелый лес, урочище Гуторевый бор г. Курска). В качестве контроля была взята погребенная почва завода КЗТЗ, на которой 62 года располагалось техногенное поверхностное образование. Соответственно, почва была изолирована от воздействия растительного покрова и представляла 0-момент 70-летнего сукцессионного периода. Изучались изменения морфологических и физико-химических свойств почв относительно консервативного образца (0-момента). Применялись катенарный и профильный методы.

На исследованных участках искусственные насаждения сосны обыкновенной за микропериод антропогенно-спровоцированного педогенеза (60–70 лет) привели к изменению почвенного покрова на уровне типа. Дерново-подзол песчаный иллювиально-железистый трансформирован сосной обыкновенной до подзола песчаного иллювиально-железистого. Скорость деградации серогумусового горизонта в сукцессионном ряду «дерново-подзол-подзол» равна 0.26 см/год. Присутствие

лиственных пород способствует приросту (0.12 см/год) мощности серогумусового горизонта в подзолах песчаных иллювиально-железистых и, зачастую, приводят к появлению подтипа подзол песчаный иллювиально-гумусовый. Луговые фитоценозы надпойменных террас, сложенных древнеаллювиальными песками, позволяют почвам сформировать гумусовый горизонт, который на 37.5 % мощнее серогумусового горизонта в почвах под сосновыми насаждениями.

Работа выполнена при поддержке Гранта Федерального агентства по делам молодежи, соглашение № 10-Р от 28.11.2017.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. Е.П. Проценко.

УДК 631.481

ЛАНДШАФТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ТРОПЫ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ОНЕЖСКОЕ ПОМОРЬЕ»

Т.Л. Онякова
Санкт-Петербургский государственный университет,
mouthwing@mail.ru

Экосистемы севера являются ранимыми, вследствие чего они нуждаются в защите нетронутых территорий и восстановлении антропогенно измененных. Создание особо охраняемых природных территорий является одной из задач современности для сохранения природного богатства и наследия страны. Национальный парк «Онежское поморье» находится на Онежском полуострове Архангельской области, занимая его окраинную часть. Парк был образован в 2013 году, поэтому в настоящее время одной из приоритетных задач по развитию парка является создание благоприятных условий информационно-рекреационного характера для совершенствования сферы туризма. Экологическая тропа является участком территории, позволяющим ознакомиться с разнообразием ландшафтов местности. На территории национального парка был проложен предварительный маршрут экологической тропы. Тропа проходит вблизи д. Лопшеньги, расположенной на Летнем берегу Онежского полуострова. Длина тропы составляет 6 км, на протяжении маршруты было сделано 27 ландшафтных описания, учитывающих смену местоположения геокомплексов и состояний растительности. Целью создания экологической тропы является выделение наиболее характерных ландшафтов прибрежной территории, подготовка информационной справки о видах растений, произрастающих на Онежском полуострове. На протяжении экологической тропы был выделен 21 ландшафт в зависимости от местоположения и состава растительности. Все ландшафты были объе-

динены в 4 группы: 1. приморские, представленные прибрежными дюнами с сосняками (можжевеловыми) кустарничковыми (зеленомошными) на подзолах и пологонаклонными равнинами с березо-еловым (елово-мелколиственным) разнотравно-кустарничковым зеленомошным лесом на подзолах; 2. лесные сообщества, занимающие холмистые участки, включающие елово-мелколиственный (можжевеловый) кустарничковый зеленомошный лес и березово-хвойный кустарничковый зеленомошный лес на подзолистых почвах, к этой же группе относятся в большом количестве встречающиеся вблизи озер березово-хвойные и елово-березовые кустарничковые сфагновые леса на торфяных почвах; 3. болотные угодья с растениями-гигрофитами на приозёрных равнинах с разреженным сосняком вересково-багульниковым зелёномошно-сфагновым на торфяных почвах; 4. последняя группа включает многочисленные поля – бывшие сенокосные и пастбищные угодья, представляющие различные стадии восстановительных сукцессий – разнотравно-злаковый зелёномошный, злаково-купальницево-гераниевый луг на дерново-подзолистых пахотных почвах.

Сенокосные и пастбищные земли занимают наиболее высокое гипсометрическое положение среди исследуемых ландшафтов, они тяготеют к склонам и вершинам холмов, болотные ландшафты находятся в пониженных участках маршрута, приморские ландшафты охватывают области литорали, прибрежных песчаных дюн, образованных эоловыми процессами, лесные природные комплексы занимают различные области – встречаются как на холмах, так и в понижениях. Растительность на исследуемых участках меняется в зависимости от положения территории, и соответственно, условий дренированности, и гранулометрического состава почв.

Таким образом, экологическая тропа, включающая различные природные комплексы, позволила выявить несколько групп ландшафтов приморской зоны Онежского полуострова, обозначить растительность, характерную для каждой из них.

Работа рекомендована д.г.н., проф. С.Н. Лесовой.

УДК 631.10

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПАЛЕОПОЧВ, ИХ СВЯЗЬ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ ЮЖНОГО ПРИУРАЛЬЯ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ ГОЛОЦЕНА

А.Э. Папкина
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
acha3107@gmail.com

Почва является естественно-историческим телом и обладает определенным набором характеристик и функций, что позволяет исследователям использовать её для палеоклиматических реконструкций. Погребенные почвы под археологическими памятниками изолированы от влияния внешней среды и, следовательно, почвенный профиль – это своеобразный архив, сохраняющий информацию обо всех этапах, стадиях или фазах развития природной среды. Почвенно-археологические исследования широко проводятся в России на различных археологических памятниках, в частности, в степной зоне, поскольку именно здесь находится большое количество памятников различных эпох.

Объектом исследования послужили палеопочвы под археологическими памятниками – курганами и фоновые почвы, расположенные на территории Южного (Оренбургского) Приуралья – юго-восточной окраины Русской равнины. Курганы были сооружены представителями различных культур: от ямной до эпохи средневековья. Основной задачей исследований было изучение морфологических и физико-химических свойств фоновых почв и палеопочв для выявления их связи с динамикой климата второй половины голоцена. Подкурганные палеопочвы были выстроены в хроноряд, в котором было прослежена изменчивость морфологических и физико-химических свойств (углерод органических соединений, карбонаты, магнитная восприимчивость и др.), предложен относительный (раньше-позже) порядок погребения почв и, соответственно, сооружения курганов, проведены палеоклиматические реконструкции. Также сделан вывод о том, что не всегда изменения морфологических и аналитических свойств коррелируют друг с другом, что объясняется большей скоростью изменения признаков на внешних границах, отражающихся в морфологии, чем вещественного состава в целом.

Методы изучения эволюции почв подразделяются на две группы. К первой группе относятся монопрофильные методы, включающие в себя методы изучения почвенного профиля, прямых наблюдения и моделирования. Вторая группа объединяет сравнительно-профильные методы, включающие в себя сравнительно-географический, сравни-

тельно хронологический (или метод хронорядов), а также комплексные методы. Археологическое почвоведение является ареной для дискуссий, так как существует множество методов и анализов для изучения палеопочв, которые могут подвергаться критике и интерпретироваться каждым автором по-своему.

На основе изучения свойств фоновых и погребенных почв под разновозрастными курганами был сделан ряд выводов о колебании климата в атлантический период голоцена, на рубеже атлантического и суббореального, суббореального и на рубеже суббореального и субатлантического до периода средневековья. Изменения климата отразились на морфологических и физико-химических свойствах почв: профильное распределение углерода органических соединений, углерода карбонатов и гипса, гранулометрический состав, карбонатные новообразования и глубина их залегания.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда, проект № 16-17-10280.

Работа рекомендована в.н.с., д.г.н. О.С. Хохловой.

УДК 631.4

ГУМИНОВЫЕ ВЕЩЕСТВА – СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

А.В. Перминова, В.Р. Крупа
Санкт-Петербургский государственный университет,
perminova9696@mail.ru

Гуминовые вещества (ГВ) – тёмно-окрашенные природные амфифильные (или дифильные) органические азотсодержащие рандомизованные редокс-гетерополимеры арилгликопротеидной природы. В состав ГВ входят как отрицательно заряженные, так и положительно заряженные функциональные группы, поэтому они – полифункциональные полиамфолиты, проявляющие кислотные свойства. Гуминовые вещества – коллоиды, характеризуемые трёхмерным строением (Попов, 2004).

В настоящее время существуют два основных представления о пространственном строении ГВ: полимерная и супрамолекулярная теории. В соответствии с первой, ГВ – макромолекулы, в виде системы полимеров с высоким коэффициентом полидисперсности, а со второй – супрамолекулярный ансамбль (например, структурированные коллоидные мицеллы), состоящий из относительно небольших молекул – амфифильных фрагментов с разной молекулярной массой.

Гуминовые вещества – по комплексу признаков соответствуют поверхностно-активным веществам (ПАВ), они обладают выраженными амфифильными свойствами. Гуминовые вещества, будучи ПАВ, способны самопроизвольно образовывать такие трёхмерные супрамолекулярные ансамбли, как мицеллы или «псевдомицеллы». Молекулы в таких мицеллах отделены друг от друга гидратной оболочкой.

Образование гуминовых надмолекулярных комплексов определяется размерами и амфифильностью молекул, из которых они собираются. Одной из важных характеристик коллоидных ПАВ является гидрофильно-липофильный баланс (ГЛБ) – соотношение между гидрофильными свойствами полярной группы и липофильными свойствами углеводородного радикала. Именно ГЛБ определяет агрегативную устойчивость коллоидов, включая ГВ. Гидрофильно-липофильный баланс зависит от состава и структуры ПАВ, в частности, от соотношения между гидрофильными фрагментами (например, полярными группами) и липофильными фрагментами (например, углеводородными радикалами). Каждая структурная единица вносит свой вклад в ГЛБ. Так, гидрофильными группами являются =N–, –NH–, $–NH_2$, –OH, >C=O, –COOH, –COONa и –COOK, а липофильными (гидрофобными) =CH–, $–CH_2–$, $–CH_3$ и =C= (Фролов, 1988). Кроме того, вклад боковых гидрофобных радикалов в ГЛБ амфифильной молекулы различен, он зависит от длины молекулы. Так, доля гидрофобности меньшего по размеру бокового радикала, отнесённая к единице длины, меньше, чем таковая более длинного гидрофобного «хвоста». При этом, по мнению Э. Маршелла (1981), углеводородные цепочки в одной молекуле могут взаимодействовать друг с другом.

Исходя из компонентного состава ГВ, гидрофобные свойства могут быть обусловлены наличием в их составе как углеводородных фрагментов (алканов и алкенов, например, в виде жирных и смоляных кислот), так и бензол-углеводородных соединений (аренов, например, фрагментов молекул лигнина, ароматических аминокислот). В свою очередь, гидрофильные свойства ГВ определяются наличием полярных функциональных групп (спиртовых и фенольных гидроксилов, а также карбоксилов, карбонилов и проч.). Благодаря полианионной (кислотной) природе, ГВ могут выступить в качестве ПАВ.

Охарактеризовать поверхностно-активные свойства ГВ можно с помощью определения порога агрегативной неустойчивости (ПАН). Между усреднённой молекулярной массы и ПАН была выявлена существенная тесная обратная взаимосвязь (Попов и др., 2015). Данный факт подтверждает, что ГВ способны формировать структурированные коллоидные мицеллы.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. А.И. Поповым.

УДК 631.4

ПОЧВЫ ДРЕВНИХ ЗАГОНОВ ДЛЯ СКОТА В ГОРНОЙ ЗОНЕ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

В.Н. Пинской
Пущинский государственный естественно-научный институт,
pinskoy@inbox.ru.

Проведено изучение почв загона для скота в Кисловодской котловине (Ставропольский край). Загон расположен в балке Медовая на склоне южной экспозиции и представляет собой сложную систему из многочисленных крупных и мелких загонов, разделенных каменными стенками. Были заложены 4 почвенных разреза в разных загонах и разрез современной почвы за пределами загона. В разрезах было обнаружено большое количество керамики аланской культуры 5–8 вв. н.э. В верхней части почвенных профилей был обнаружен бытовой мусор второй половины двадцатого века, что позволяет говорить о двух этапах функционирования загона в раннем средневековье и в наше время.

Проведено морфолого-генетическое описание профилей, отобраны образцы почв из каждых 10 см на химические и микробиологические анализы. В образцах проведено определение уреазной активности методом E. Kandeler и H. Gerber [1]. Фермент уреаза катализирует гидролиз мочевины. Конечными продуктами гидролиза являются аммиак и углекислый газ. Мочевина в почву попадает в составе растительных остатков и навоза, поэтому высокая активность фермента уреазы может указывать на поступление в почву мочевины и этот признак может использоваться для установления мест содержания скота на археологических памятниках [2].

Установлено что почвы в различных загонах имеют существенные различия по уреазной активности. В современной фоновой почве за пределами загонов уреазная активность в верхнем слое составляла 254.6 мкг NH_4^+/г/2 ч. С глубиной уреазная активность резко уменьшалась, и на глубине 50 см составляла 48.9 мкг NH_4^+/г/2 ч.

Уреазная активность почв внутри загонов была в целом значительно выше показателей фоновых почв. Наиболее высокая уреазная активность была выявлена в загоне 3, где на глубине 0–30 см её значения достигали 814.4 мкг NH_4^+/г/2 ч. В загоне 2 и 4 на глубине 10 см показатели почти такие же высокие, только в загоне 1 уреазная активность не превышает 500 мкг NH_4^+/г/2 ч. До глубины 60–70 см уреазная активность в загонах 1, 2 и 3 резко падает до минимальных значений 43.9 мкг NH_4^+/г/2 ч, а в 4 загоне падение заканчивается на глубине 40 см, но значения не опускаются ниже 300 мкг NH_4^+/г/2 ч. С глубины 70–100 см в

первых трёх загонах уреазная активность снова возрастает. Вероятнее всего, в данном случае это указывает на ещё один этап функционирования загонов, который был раньше и с которым следует связывать присутствие керамики аланской культуры 5–8 вв. н.э.

Во всех разрезах уреазная активность уменьшается с глубиной и в слое над почвообразующей породой значения этого составляют 46.8 мкг NH_4^+/г/2 ч. Характерно, что в загоне 3 на глубине 110–120 см наблюдается еще один скачок уреазной активности, возможно, связанный с еще более ранним этапом использования загона, когда остальные загоны еще не были построены.

Таким образом, высокая уреазная активность почвы является индикатором содержания скота и этот показатель может использоваться в почвенно-археологических исследованиях при изучении древних и средневековых поселениях.

Литература

1. *Kandeler E., Gerber H.* Short-term assay of urease activity using colorimetric determination of ammonium// Biol Fertil Soil. 1988. V. 6. P. 68–72.

2. *Чернышева Е.В., Каширская Н.Н., Коробов Д.С., Борисов А.В.* Биологическая активность дерново-карбонатных почв и культурных слоев Аланских поселений Кисловодской котловины // Почвоведение. 2014. № 9. С. 1068–1076.

Работа рекомендована к.б.н., в.н.с., А.В. Борисовым.

УДК 630.114.351

ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ ПОЧВ ЗОНЫ ОХВАТА СТАНЦИИ ВЫСОТНОЙ МАЧТЫ ZOTTO

Д.А. Полосухина

Сибирский федеральный университет, Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, dana_polo@mail.ru

Бореальные леса – один из крупнейших депо углерода на нашей планете. Значительная доля поглощенного углерода атмосферы аккумулируется в почвах и торфах вследствие низких скоростей минерализации растительного опада и, таким образом, выводится из круговорота на длительное время: от столетий в лесных биогеоценозах до нескольких тысячелетий в залежах болот. Естественные вариации изотопного состава можно использовать в качестве метки, позволяющей проследить изменения органического вещества для оценки направленности и интенсивности экологических процессов, связанных с фракционированием изотопов.

Зона охвата станции высотной мачты «ZOTTO» (Zotino Tall Tower Observatory), предназначена для мониторинга парниковых газов в приземных слоях атмосферы лесных экосистем бореальной зоны Енисейского и Туруханского районов Красноярского края (60° с.ш., 90° в.д.). Типичными почвами исследуемого региона являются подзолы.

Целью работы являлся сравнительный анализ запасов и изотопного состава углерода и азота в почвах лесных биогеоценозов и торфяной залежи болотного массива, расположенных в зоне охвата высотной мачты международной обсерватории ZOTTO.

Образцы горизонтов минеральной почвы отбирались из почвенных разрезов методом режущего кольца (V = 100 см^3). Образцы торфа на всю глубину торфяной залежи (500 см) отбирались, при помощи торфяного бура с интервалом 25 см. Далее образцы 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 (δ^{13}C и δ^{15}N) определялись на IRMS.

В сосняках Сымско-Дубченского лесорастительного округа почвы легкого гранулометрического состава характеризовались низкой аккумуляционной емкостью по отношению к Сорг. На горизонт подстилки приходится свыше 40 % всего запаса углерода почв. Значительное накопление Сорг. в почвах сосняков обнаружено в подстилающем глинистом горизонте (> 30 % от общего запаса углерода почв). Почвы темнохвойных лесов более тяжелого гранулометрического состава накапливали в 2 раза больше Сорг. по сравнению с сосняками, а на горизонт подстилки приходилось менее 20 % от его общего запаса в почвенном профиле.

Сужение отношения C:N и утяжеление изотопного состава почвенного органического вещества с глубиной было выявлено во всех исследованных биогеоценозах, что указывало на активные биологические процессы минерализации и трансформации органического вещества. Утяжеление изотопного состава почвенного органического вещества в темнохвойном лесу свидетельствовало о его более глубокой трансформации. Характер распределения изотопного состава углерода и азота в исследованных почвах указывал на то, что интенсивность биологических процессов, связанных с фракционированием изотопов, существенно выше в верхней части почвенных профилей (до глубины приблизительно 20 см), чем в нижележащих горизонтах. Различия содержания

элементов и их изотопного состава в подстилках и почвах были обусловлены степенью развития живого напочвенного покрова и скоростью минерализации опада.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (РНФ) (проект 14-24-00113).

Работа рекомендована к.б.н., доц. А.С. Прокушкиным.

УДК 631.10

ДИНАМИКА ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ ПОД ПЛОДОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ ПРИ ВНЕСЕНИИ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА BIO-ДОН

А.Е. Попов, М.Н. Дубинина, Е.А. Полиенко, В.А. Лыхман
ФГБНУ «ДЗНИИСХ», artp94@yandex.ru

На сегодняшний день современное сельское хозяйство все более ориентировано на экологическое, рациональное землепользование. Гуминовые препараты во многом удовлетворяют требованиям этой концепции. Их применение дает возможность решить такие задачи, как восстановление плодородия почвы, защита от болезней и вредителей, увеличение урожайности сельскохозяйственных культур, положительное влияние на процессы поступления и доступность элементов питания растениям, при этом сами они являются продуктом биохимического синтеза.

Гуминовый препарат BIO-Дон получают щелочной экстракцией из вермикомпоста. Он обладает щелочной реакцией среды и содержит относительно невысокую концентрацию питательных элементов. Однако в его составе содержатся гуминовые кислоты, сумма которых составляет в среднем 2.24 г/л. В ходе эксперимента был проведен один полив (капельное орошение) посадок черешни и яблони с добавлением BIO-Дона в дозировке 300 л/га. Кроме того посадки яблони были дважды обработаны по листу раствором BIO-Дона в концентрации 0.008 г/л (по углероду). Деревья черешни, ввиду более короткого периода созревания и плодоношения, фолиарно обрабатывались один раз.

При изучении черешни сортов Талисман и Василиса было выявлено что, в почве содержание подвижного фосфора и обменного калия значительно снизилось на стадии формирования плодов в вариантах с BIO-Доном по сравнению с контролем. Подвижные формы азота в агропочве в варианте с поливом препарата BIO-Дон мало отличались от такового контрольного варианта. Период формирования плодов и собственно плодоношения для этой культуры был довольно короток, по-

этому вынос питательных веществ за этот период был интенсивен и максимален. Активность ферментов в прикорневом слое почвы под черешней под влиянием обработок BIO-Доном была выше по сравнению с контролем. Это, соответственно, свидетельствовало о развитии микрофлоры и об интенсификации её метаболических процессов.

При изучении яблони сорта Ред Чиф Камспур было выявлено следующее: в почве под яблоней изменения в продукционном потенциале почв и микробиологической активности носили иной характер. Срок плодоношения у исследуемого сорта поздний. Период развития плодов гораздо более плавный и длительный, чем у черешни. Отклик почвы на обработку гуминовым препаратом имел менее выраженный эффект. Накопление и вынос питательных веществ не были интенсивными. Развитие микроорганизмов и ферментативная активность почв в вариантах как с обработкой гуминовым препаратом, так и без неё также не имели значительных различий.

Применение гуминового препарата на примере плодовых культур, продукции черешни и яблони в опыте проявилось следующими эффектами: 1. увеличение выноса питательных веществ из прикорневого слоя почвы в растения из-за усиления метаболических процессов; 2. усиление ферментативной активности, как показателя проявления жизнедеятельности микробиологических сообществ; 3. значительное улучшение вкусовых качеств плодовой продукции на стадии товарной спелости; 4. повышение урожайности плодовых культур при условии улучшения качества продукции. Подобные эффекты подтвердили целесообразность применения гуминовых препаратов в растениеводстве и, в частности, в садоводстве, как катализаторов обменных процессов, адаптогенов и стимуляторов развития почвенной микрофлоры.

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

УДК 631.445.53

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИОННО-СОЛЕВОГО ПРОФИЛЯ СОЛОНЦОВ И СОЛОНЦЕВАТЫХ ПОЧВ ИШИМСКОЙ СТЕПИ

В.В. Попов, А.А. Сеньков
Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, город Новосибирск,
vovchikpopoff@gmail.com

Объектами исследования являлись почвы и почвенный покров юго-восточной части Ишимской равнины в пределах Омской области. Господствующее положение занимали черноземы южные, сформированные на автономных (плакорных) позициях рельефа. Площадь солон-

цовых почв была не велика. Солонцы формировались в виде единичных или группы пятен на преобладающем фоне черноземов.

Ионно-солевые профили всех автономных почв независимо от глубины залегания грунтовых вод имели однотипное строение. В них четко выделялись три зоны: верхняя – выщелачивания (транзита) легкорастворимых солей; средняя – гипсово-аккумулятивная с повышенным содержанием сульфатов кальция и магния в водной вытяжке; нижняя – безгипсовая с равномерным распределением солей до 4–6 м, в которой с глубиной увеличивался хлоридно-сульфатный коэффициент.

В черноземах южных увеличение концентрации солей происходило всегда ниже максимума аккумуляции карбонатов. В этом же месте в почвенно-поглощающем комплексе в заметных количествах начинали появляться ионы натрия и увеличиваться доля ионов магния. Ниже зоны аккумуляции карбонатов располагалась гипсово-аккумулятивная зона. Важно отметить, что эти зоны всегда вплотную примыкали друг к другу, никогда не перекрываясь и не разобщаясь. Это свидетельствовало об устойчивости миграционной и функциональной структуры ионно-солевого профиля этих почв.

Солонцы, при аналогичном распределении карбонатов и гипса, как и в рядом расположенных и формирующихся в одинаковых условиях черноземах южных, отличались повышенной засоленностью солонцового и особенно подсолонцового горизонта, наличием второго гипсового горизонта в зоне аккумуляции карбонатов. Солонцовый горизонт в автономных условиях всегда формировался в выщелоченной от карбонатов части профиля почв. Это же наблюдалось в случае формирования солонцов в замкнутых микропонижениях, где почвы обычно глубоко выщелочены от карбонатов и во всем профиле не содержали легкорастворимых солей.

Аналогичное распределение карбонатов и гипса в профиле солонцов и черноземов южных дало право предположить, что формирование данных морфоструктур ионно-солевого профиля происходило до формирования солонцового горизонта. После формирования иллювиально-глинистого (солонцового) горизонта, который являлся ионно-солевым барьером, изменялись миграционная и функциональная структуры ионно-солевой системы почв, что приводило к активизации соленакопления в верхних горизонтах почвы, как за счет атмосферного привноса солей, так и поступления солей из нижних, ранее засоленных горизонтов. Вследствие чего, происходило преобразование типичного для незасоленных почв состава поглощенных катионов в специфиче-

ский солонцовый в иллювиальном горизонте, а также смещение зоны аккумуляции гипса в иллювиально-карбонатный горизонт.

Таким образом, повышенная засоленность солонцового и особенно подсолонцового горизонта, насыщенность почвенно-поглощающего комплекса ионами натрия и магния являлись следствием процесса осолонцевания.

Работа рекомендована с.н.с., к.б.н. М.Т. Устиновым.

УДК 502.6+504.05+504.53

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПОЧВАХ ПОСЕЛКА СОЛОВЕЦКИЙ

С.С. Попов
Северный Арктический федеральный университет
им. М.В. Ломоносова, Архангельск, sergey.sergeevich20@gmail.com

Загрязнение почвенного покрова нефтепродуктами может оказать негативное воздействие не только функционирование наземных экосистем, но и на здоровье человека, что особенно актуально в условиях изолированной территории, такой как поселок Соловецкий. Следовательно, возникает необходимость экологического мониторинга данной территории, с целью выявления загрязнений и их устранений. В качестве объектов исследования для оценки содержания нефтепродуктов были выбраны почвы поселка Соловецкий, которые подвержены потенциальному загрязнению. Пробные площади (ПП) были заложены на территории Сухого дока, вдоль склона на границе с дизельной станцией и вокруг АЗС. В качестве контроля была выбрана пробная площадь, расположенная вдали от источников загрязнения. Содержание нефтепродуктов определялось в верхних горизонтах почвенных профилей, а также в почвенных образцах, отобранных методом конверта. Определение концентрации нефтепродуктов проводили люминесцентным методом.

Содержание нефтепродуктов в контрольной пробе составляло 34.50±15.53 мг/кг. Незначительное содержание нефтепродуктов в фоновых почвах, вероятно, было связано с тем, что в почве присутствовали природные парафины, синтезируемые растениями, они идентичны тем, что содержатся в нефтях и, таким образом, могут быть определены как нефтепродукты. Так же нельзя исключать и возможность воздушного переноса веществ. Сухой док представлял собой понижение глубиной несколько метров. С двух сторон к нему примыкала дорога. Средняя концентрация нефтепродуктов вдоль обочины дороги около Сухого дока составляла 61.48±21.16 мг/кг, вдоль тропы от обочины к низине Сухого до-

ка – 160.00±72 мг/кг, а в самой низине Сухого – 3006.25±1052.19 мг/кг. Такое распределение нефтепродуктов вероятно было связано с тем, что во время дождей нефтепродукты смывались с дороги и стекали по тропе в нижнюю часть Сухого дока, в верхних торфяных горизонтах которого, происходило накопление и концентрирование нефтепродуктов. Дизельная станция была расположена на небольшом возвышении на берегу озера Святое. Три ПП были заложены вдоль склона на равном расстоянии от объекта исследования. Отдельно отобрались почвенные образцы методом конверта на берегу озера Святое. В верхней части склона концентрация нефтепродуктов составляла 33.15±14.92 мг/кг, в средней части – 339.50±118.83 мг/кг, в нижней части 747.50±261.63 мг/кг. На берегу озера Святое содержание нефтепродуктов составляло 13343.75±4670.31 мг/кг. Было очевидно увеличение содержания нефтепродуктов при движении с верхней части склона к нижней. Чрезвычайно высокая концентрация нефтепродуктов наблюдалась на берегу озера Святое. Это вероятно связано с тем, что на территории дизельной станции происходили разливы мазутного топлива, которое и обусловило локальное загрязнение береговой территории озера. Вокруг АЗС было заложено пять ПП на расстоянии 50 м. Среднее содержание нефтепродуктов в этих почвах составляло 126.53±56.94 мг/кг, минимальное – 34.65±15.59, максимальное – 179.00±80.55 мг/кг.

Таким образом, в целом на территориях, имеющих загрязнения нефтепродуктами, наблюдалось закономерное увеличение содержание нефтепродуктов при движении от верхней части склонов к нижней, от потенциального источника загрязнения. Однако, согласно показателям уровня загрязнения исследованных земель нефтью или нефтепродуктами (Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель), почвы, расположенные в низине Сухого дока, характеризовались высоким уровнем загрязнения, а таковые на берегу озера Святое – очень высоким, поэтому данные территории требуют рекультивационных мероприятий.

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

УДК 631.4

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ (НА ПРИМЕРЕ СВЕТЛОЯРСКОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ)

К.О. Прокопьева[1,2], И.Н. Горохова[2]
[1]Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
[2]Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва
prokopyeva@ecfs.msu.ru

Зональными почвами сухостепной зоны являлись каштановые почвы (по WRB – Kastanozems), формирующиеся часто в комплексе с солонцами. Данная зона характеризовалось выраженной континентальностью и засушливостью климата, засоленностью подстилающих пород, что привело к формированию природно-засоленных почв. Также в конце прошлого столетия в результате орошения очагами проявилось вторичное засоление почв, связанное с подъёмом уровня грунтовых вод и формированием ирригационно-гидроморфных или полугидроморфных почв.

Засоление является одним из основных деградационных процессов во всем мире. В докладе ФАО «Состояние почвенных ресурсов мира» (Status of the World's Soil Resources, 2015) оно внесено в список десяти ключевых негативных факторов, которые мешают достижению рационального использования почвенных ресурсов. Засоление – это динамичный процесс, требующий постоянного контроля и учёта (Панкова, 2014). Без получения объективной информации о засоленных почвах, свойствах, площадях их распространения невозможно прогнозировать эволюцию этих почв и принимать обоснованные решения по их мелиорации и восстановлению.

Цель настоящих исследований – изучить современное состояния орошаемых почв и таких свойств как засоленность почв, содержание гумуса и карбонатов с использованием наземных и дистанционных данных на территории одного из участков Светлоярской оросительной системы в Волгоградской области. Полевые исследования проходили в июне – июле 2015–2016 гг. Предварительно была составлена схема маршрутного обследования, которая охватывала территорию орошаемого участка с полями люцерны и озимой пшеницы. Для изучения орошаемых почв привлекался снимок сверхвысокого разрешения Pleiades (конец мая 2015 г.) и были проведены полевые работы с морфологическим описанием почв и отбором образцов для анализов на засоление почв, содержание карбонатов, гумуса.

Исследования за мелиоративным состоянием Светлоярской оросительной системы с использованием данных дистанционного зондирования велись с 1990-х годов (Горохова, Панкова, 1997; Панкова, Новикова, 2004; Новикова и др., 2009). В начале 1990-х годов было выявлено, что в результате орошения произошёл подъём грунтовых вод и вторичное засоление почв. Согласно современным данным, полученным в ходе полевых исследований 2015–2016 гг., на территории, на которой была расположена оросительная система наблюдалось понижение грунтовых вод в результате снижения поливных норм и сокращения площадей орошения, а также уменьшение степени засоления почв. Также повсеместно наблюдалось проявление вторичного окарбоначивания орошаемых почв.

С привлечением спутниковых снимков высокого разрешения была составлена почвенная карта, отражающая современное состояние орошаемых почв Светлоярского орошаемого массива. Дополнительно к почвенной карте были составлены карты, отражающие такие количественные характеристики, как содержание гумуса и карбонатов в поверхностных горизонтах, а также солей – во втором метре почвенной толщи. Полученная информация позволяет разработать соответствующие рекомендации по улучшению свойств почв.

Работа рекомендована с.н.с., к.с.-х.н., М.В. Конюшковой.

УДК: 631.48

ФОРМИРОВАНИЕ КРАСНОЦВЕТНЫХ ПОЧВ НА ИЗВЕСТНЯКАХ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ НАГОРЬЯ ЛАГОНАКИ

А.О. Ревунова
Санкт-Петербургский государственный университет, reina_abc@mail.ru

Современные красноцветные почвы на выходах известняков в пределах территории бывшего СССР развивались преимущественно на черноморском побережье под влиянием субтропического климата. Несмотря на это, выходы красноцветного известнякового элювия, на которых развиты дневные почвы, были обнаружены в виде локального ареала в северной части нагорья Лагонаки на абс. высоте 1800 м. Климат нагорья совсем не соответствует причерноморскому: эта территория входит в зону субальпийских лугов. Типичными здесь являлись горно-луговые остаточно карбонатные почвы. Дерновый горизонт Ad (0–7 см) был желтовато-бурым, а в нижней части – буровато-темно-серым, структура – непрочная комковато-порошистая, легкосуглинистый, рыхлый, встречалось много тонких корешков растений. Горизонт AB (7–

17 см) – темно-бурый, при высыхании светлел до желто-бурого, структура – комковато-порошистая, суглинистый, сложение рыхлое, в нижней части увеличивалось включение карбонатного щебня. Горизонт АС (20–25 см) – темно-бурой окраски с обилием крупных обломков известняка, сменялся выходом плотных известняков.

Почвы на выходах красноцветных известняков имели следующее строение: дернина (0–3 см) большей частью состояла из переплетенных корней разной степени разложенности; горизонт AYf (3–23 см) характеризовался буровато-красновато-серой окраской (5YR 4/4 reddish brown), зернистой структурой, был легкосуглинистым; горизонт BM (24–35 см) был темно-красной окраски (10Y 4/6 red) с черными и желтыми пятнами, структур – комковато-ореховатая, тяжелосуглинистый, были отмечены редкие корни, мелкозем не вскипал; горизонт BCm (36–40 см) имел пятнистую окраску: фон – охристой (7.5YR 6/6 reddish yellow) окраски с заметными более красными пятнами (10R 5/4 weak red), структура – ореховато-глыбистая, глинистый, редкие включения корней. Ниже был расположен горизонт Cf (41–87 см), окраска которого также была неоднородная: на желто-буром фоне – пятна бурого (7.5YR 4/4 brown), оливкового (5Y 6/3 pale olive), бежевого и серого цвета; гранулометрический состав был неоднородным, включения были обильны и представлены сильно выветрелым известняком. Как показал обзор научной литературы, изученность почвенного покрова нагорья Лагонаки была недостаточной. Описание интересующих нас почв на красноцветных породах было отражено в «Путеводителе научно-полевых туров V Всероссийского съезда Общества почвоведов» (Ростов-на-Дону, 2008), но без объяснения их генетических особенностей. Красный окраска срединных горизонтов изученных почв указывала на то, что условия их формирования, отличались от условий, в которых были сформированы почвы на выходах известняков, распространенные на данной территории. Для получения такой окраски необходимы сочетания процессов, которые чаще всего наблюдаются в субтропическом и тропическом климате и имеют единый результат – накопление негидратированных оксидов железа. В то же время сходные черты верхних горизонтов почв на выходах известняков – следствие единовременного развития почв в современных условиях. Это предполагает полигенетический характер педогенеза почв на красноцветных известняках. Из геологической истории нагорья известно, что окончательный выход на дневную поверхность произошел в палеоцене, однако до позднего миоцена территория оставалась равнинной. Около 11 млн лет назад процессы субдукции сменились коллизией и горообразованием в результате активизации

Красноморского рифта. Комплекс сохранил свое высотное положение относительно соседних участков, сложенных легко размываемыми породами, благодаря устойчивости к денудации рифовых известняков. Из вышесказанного можно предположить, что интересующие нас красноцветы сохранились с периода существования нагорья в качестве приморской равнины, т.е. с тортонского века.

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

УДК 631.42

МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВ ЮЖНОГО СКЛОНА ГЛАВНОЙ ГРЯДЫ КРЫМСКИХ ГОР КАК АРХИВ ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Р.А. Решетникова[1], Е.М. Столпникова[2]
[1]Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, rada3025@mail.ru
[2]Институт экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва

Современное почвоведение все больше внимания уделяет палеопочвам, исследование которых может дать информацию об истории древних эпох Земли. Палеопочвоведение занимается изучением почв прошлого, реликтовых признаков в современных почвах, историей и эволюцией почвообразования. Уникальным природным архивом, сохраняющим палеоэкологическую информацию о событиях прошлых эпох, являются дневные и погребенные почвы. Крымский полуостров – территория, никогда не подвергавшаяся покровным оледенениям, на которой поэтому сохранились древние ландшафты.

Объектами исследования служили коричневые красноцветные почвы мыса Мартьян (Никитский ботанический сад), а также черноземовидные горно-луговые почвы и буроземы разных хребтов Крымских гор.

В образцах исследуемых почв была рассчитана удельная магнитная восприимчивость на основе измерений полевым каппометром (КТ-5). Расчеты были проведены с использованием эталона (соль Мора, $\chi_э$=32.5·10^{-6} СГСМ): $\chi_о = \chi_{эт}\cdot(\kappa_э/\kappa_о)\cdot(m_э/m_о)$, где $\kappa_о$ и $\kappa_э$ – показания прибора КТ-5, $m_о$ и $m_э$ – массы образца и эталона в бюксе с фиксированным объемом соответственно.

Магнитные свойства почв, зависящие в основном от наличия магнитных минералов и соединений железа, а также от содержания органического вещества, могут служить критерием интенсивности почвообразовательных процессов. В разрезе коричневой красноцветной почвы (р. 1240) значения магнитной восприимчивости максимальны на

глубине 20 см и уменьшаются вниз по профилю, что может быть связано с накоплением в средней части профиля магнитных соединений железа, придающих почвенной массе характерный красный оттенок. Самое высокое значение χ было выявлено в горно-луговой черноземовидной почве с нижнего плато Чатыр-Дага (р. 1306) – $138.5 \cdot 10^{-6}$ СГСМ, что обусловлено высокой гумусированностью и очень темной окраской. Минимальное значение – $17.9 \cdot 10^{-6}$ СГСМ – обнаружено в буроземе горы Кутур-Кай (р. 1322).

Магнитная восприимчивость коричневой красноцветной почвы максимальна в верхней и средней частях профиля, что коррелирует с данными И.В. Костенко (Костенко, 2014) – кривыми оптической плотности и отношения Сгк/Сфк. Вероятно, исследованная почва сформировалась в эпоху, отличающуюся более высокой биологической активностью, когда происходило накопление гумуса и магнитных минералов.

Данное предположение согласуется с наличием в Крымских почвах погребенных горизонтов темного цвета, характеризующихся несоответствием их свойств современным условиям почвообразования, что подтверждается результатами изотопного анализа. На изотопных кривых четко прослеживается максимум, диагностирующий сухие (степные) условия почвообразования и высокую микробиологическую активность, что дает основания считать изученные погребенные горизонты реликтом чернозема (Ковалева Н.О., Столпникова Е.М., Костенко И.В., Решетникова Р.А., 2017).

Работа выполнена при поддержке РНФ № 17-14-01120.

Работа рекомендована д.б.н. Н.О. Ковалевой.

УДК 631.4.

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ГУМУСОВЫХ КИСЛОТ НА ВЕЛИЧИНУ $C_{ГК}/C_{ФК}$ ПОЧВ ЛЕСОСТЕПИ

Е.В. Сазанова
Санкт-Петербургский государственный университет,
katya97vs@yandex.ru

Почвенное органическое вещество (ПОВ) – сложный комплекс индивидуальных (неспецифических) соединений и гуминовых веществ (ГВ), а также продуктов взаимодействия между собой и с минеральной частью почвы. Органическая составляющая почв – динамичная, сложная и неоднородная система, в которой компоненты взаимосвязаны между собой и в нормально функционирующей природе представлены в определенной установившейся пропорции (Попов, Чертов, 1996).

В практике российских почвоведов оценка качественного состава ПОВ базируется на определении так называемых гуминовых кислот (ГК) и фульвокислот (ФК), а отношение углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот ($С_{ГК}/С_{ФК}$) считается наиболее информативным показателем при всей его условности (Кононова, 1963; Александрова, 1977; Гришина, Орлов, 1978; Пономарёва, Плотникова, 1980; Орлов и др., 1996; Орлов и др., 2004). По мнению А.И. Попова и А.В. Русакова (2016), такая система оценки качественного состава гумуса не достаточно удовлетворительна, поскольку она слабо характеризует плодородие почв и не учитывает поведение ПОВ.

Целью работы являлось определение влияния исходной концентрации гумусовых кислот на отношение $С_{ГК}/С_{ФК}$.

Объектами исследования были выбраны гумусовые горизонты почв лесостепи Белгородской области: серо-гумусовый (AY) и элювиально-гумусовый (AEL) горизонты серой почвы, темно-гумусовые горизонты (AU1 и AU2) темно-серой почвы, темно-гумусовые горизонты (AU1 и AU2) чернозема миграционно-мицелярного и пахотные горизонты (PU1 и PU2) агрочернозема миграционно-мицелярного, а также гумусовый горизонт ([AUca]) погребенного чернозема (Скифское городище вблизи ПГТ Борисовка).

Для выделения гумусовых кислот был использован ускоренный метод с применением смеси пирофосфата натрия и гидроксида натрия, разработанный М.М. Кононовой и Н.П. Бельчиковой (1961). Содержание углерода органических соединений в растворах гумусовых и гуминовых кислот определялось методом В.П. Цыплёнкова и А.И. Попова (1979) – без упаривания растворов с колориметрическим окончанием. Для определения отношения СГК/СФК готовилась серия растворов с тремя разными концентрациями (1.0, 0.5 и 0.25 мг С/мл) гумусовых кислот (ГК + ФК). Осаждение ГК производилось подкислением растворов гумусовых кислот концентрированной серной кислотой до pH ~ 1. Гуминовые кислоты отделялись от ФК центрифугированием (3000 g), после чего, ГК растворялись в 0.1 н. растворе гидроксида натрия.

В результате исследования было установлено, что во всех объектах исследования с уменьшением концентрации растворов гумусовых кислот происходило сужение отношения $С_{ГК}/С_{ФК}$, то есть снижалась доля ГК и возрастала доля ФК. Это обусловлено коллоидными свойствами ГВ, которые определяются гидрофильно-липофильным балансом, а последний оказывает влияние и на самопроизвольное мицеллообразование.

По нашему мнению, щелочной раствор гумусовых кислот представляет собой устойчивую свободнодисперсную систему с равномерным

распределением дисперсной фазы по всему объёму. Разделение на ГК и ФК связано с проявлением разной агрегативной устойчивости этих соединений в зависимости от концентрации гумусовых кислот и pH. Потеря агрегативной устойчивости частиц дисперсной фазы гумусовых кислот (в частности, молекул ГК) приводит к их коагуляции и, как следствие, осаждению в сильнокислой среде (при pH ~ 1–2). Агрегативная устойчивость гумусовых кислот возрастает с уменьшением их концентрации, а поэтому в осадок в результате самопроизвольного мицеллообразования выпадает лишь часть ГК – только наиболее агрегативно неустойчивых.

Работа представлена д.с.-х.н., проф. А.И. Поповым.

УДК 631.4

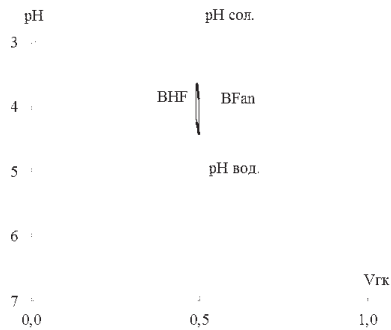
КИСЛОТНЫЙ СЛЕД В РАЗНЫХ ТИПАХ ПОЧВ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

П.Ш. Сайранова
Пермский государственный агротехнологический университет,
614000, Пермь, ул. Петропавловская, 23, s7p51996@yandex.ru,
samofalovairaida@mail.ru

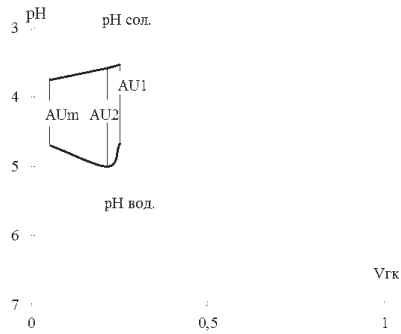
Кислотность почв – одно из важнейших свойств, которое обуславливает возникновение конкретной организации профиля почвы и его связь с особенностями процессов почвообразования. Массовое изучение свойств почв для практических целей привело к применению новых стандартных методик описания и определения почвенной кислотности. Введено понятие «кислотный след почвообразовательного процесса» в поле кислотности [1]. Это трехмерный след, отражающий распределение кислотности по почвенному профилю.

Цель исследований: определить кислотный след (КС) в разных типах почвах. Объект исследований – горные почвы на горе Северный Басег в пределах западного макросклона Среднего Урала на территории заповедника «Басеги». Классификационное положение горных почв определено по субстантивно-генетической классификации почв 2008 г. Кислотность определяли по общепринятым методам в лаборатории на кафедре почвоведения Пермского ГАТУ. Построены V-диаграммы для 4 типов почв, формирующихся в разных условиях: сухоторфяно-подбур охристый (тундровый пояс, 950 м н.у.м.); темногумусовая метаморфизированная (луговина, подгольцовый пояс, 613 м); глеезем грубогумусированный (парковое редколесье, 518 м); бурозем элювиированный (горно-лесной пояс, 430 м). Почвенный покров различается для разных высотно-растительных поясов Среднего Урала, но, несмотря на это, все почвы характеризуются кислой реакцией среды.

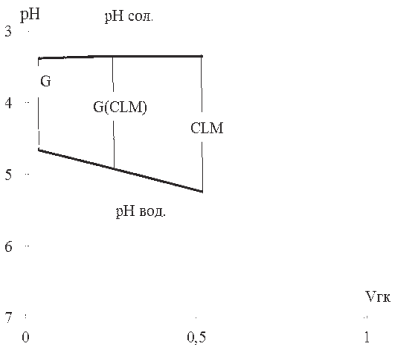
Почвы имеют низкие значения Vгк и кислотные следы размещены практически целиком в левой части диаграмм, за исключением сухоторфяно-подбура и бурозема (рис.). В сухоторфяно-подбуре обе ветви КС аналогично уходят в нижний правый угол. Кислотность поднимается с увеличением степени насыщенности основаниями. В темногумусовой почве нижняя ветвь изгибается в срединном горизонте и уходит вверх, степень насыщенности основаниями при этом уменьшается, а водная pH повышается.



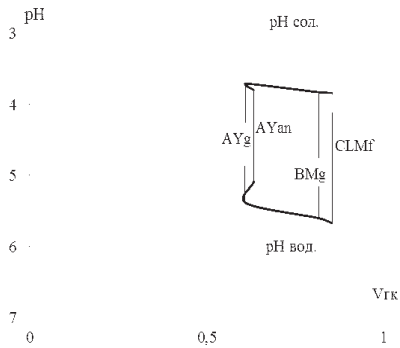
Сухоторфяно-подбур охристый (950 м)



Темногумусовая (613 м)



Глеезем грубогумусиро-ванный, (518 м)



Бурозем типичный элювиированный (430 м)

Рисунок. Кислотный след в почвах на горе Северный Басег.

В парковом редколесье на выположенном участке склона, где затруднен дренаж, формируется глеезем грубогумусированный, в котором нижняя ветвь КС с увеличением Vгк плавно снижается в правую нижнюю часть кислотного поля, а верхняя органо-минеральная ветвь оста-

ется неизменной с увеличением Vгк. В буроземе грубогумусированном элювиированном в горно-лесном поясе кислотный след размещен в правой верхней части поля кислотности. Нижняя и верхняя ветви КС изменяются практически аналогично, плавно снижаясь в правую нижнюю часть кислотного поля. Резкие изменения отмечаются на границе разделов гумусовых и структурно-метаморфических горизонтов.

Анализ V-диаграмм позволил выявить типовые и индивидуальные различия горных почв по почвенной кислотности и локальные проявления почвообразовательного процесса.

Литература

Кокотов Ю.А., Сухачева Е.Ю., Апарин Б.Ф. Анализ показателей кислотности почвенного профиля и их связи с процессом почвообразования // Почвоведение. 2016. № 1. С. 3–10.

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

УДК 633.4

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ БОЛОТНОГО МАССИВА СЕВЕРНОГО БАСЕГА

З.Р. Сарманова
Пермский государственный аграрно-технологический университет,
sarmanova_zulfia@mail.ru

Болота занимают более 3 млн км^2 или 21.6 % территории России, собственно болота (с торфяной залежью мощностью более 30 см) – 1.39 млн км^2, или 8.1 %. В горных условиях встречаются заболоченные участки, плохо дренируемые за счет затрудненного стока и приуроченные к выровненным платообразным поверхностям склонов, где происходит накопление внутрипочвенной влаги, стекающей с вышележащих позиций.

Цель исследования – изучить почвенный покров болотного массива заповедника «Басеги», расположенного на западном склоне горы Северный Басег. Каждый высотный уровень характеризуется своеобразным набором ландшафтных особенностей: геоморфологическим положением и приуроченностью к слабодренированным элементам рельефа, своеобразным микроклиматом, типом водного режима. Болотный массив расположен на выровненной слабонаклоненной части склона. Он представляет собой верховой облесенный елью торфяник. В болотной экосистеме доминируют кустарничково-сфагновые и пушицево-сфагновые фитоценозы с угнетенной березой, елью, кедром. Высота

положения болота над уровнем моря составляет 517–518 м. Почвенные разрезы заложены с учетом структуры растительного покрова и доминирующих растительных сообществ по трансекте «центр – окраина». Диагностику почв проводили по классификации почв России.

Почвенный покров болотного массива горы Северный Басег представлен почвами как органогенного, так и постлитогенного почвообразования. В болотной экосистеме центральные виды растений различаются, за счет чего и создаются различные гидротермические условия для формирования органогенных горизонтов. Разрез 25 заложен в центральной части верхового болота и имеет укороченный профиль. Разрез 24 расположен на окраине верхового болота, где выражен микрорельеф и проявляются его биогенные формы. Профиль оглеен, отчетливо дифференцирован по цвету. На выровненном участке склона за границей болотной экосистемы, на субгоризонтальной поверхности с абсолютной отметкой 518 м расположен разрез 23. Таким образом, от центра болотного массива с осоково (*Carex globularis*)-кустарничково-(*Vaccinium vitis-idaea, Vaccinium myrtillus*)-сфагновым и зеленомошно-сфагновым (*Sphagnum angustifolium*, *S. fallax, S. russowii, Pleurozium schreberi*) растительным покровом с присутствием болотных кустарничков (*Vaccinium uliginosum, Ledum palustre*) к окраине болота мощность торфяной залежи снижается, постепенно переходя в грубогумусный или перегнойный органогенный материал. При этом глеевый горизонт находится ближе к поверхности (с 16–19 см), имеет большую мощность (52–80 см). Болотный массив мелкозалежный, с низким стоянием уровня болотных вод (22–50 см).

Более влагоемкой является торфяная олиготрофная глеевая почва (р. 25). Максимальной кислотностью характеризуются подстилочно-торфяный и глеевые горизонты. В торфяной олиготрофной глеевой почве (р. 25) отмечается очень низкая гидролитическая кислотность при относительно высокой насыщенности обменными основаниями (82–86 %). В глееземе и перегнойно-глеевой почвах сумма обменных оснований повышается вниз по профилю, что связано с появлением минерального компонента.

Таким образом, установлено, что от центра болотного массива к периферии снижается мощность торфяной залежи и повышается доля минерального компонента в профилях почв. В связи с этим, диагностирован ряд подтипов почв по трансекте «центр-окраина»: торфяная олиготрофная глеевая иловато-торфяная – глеезем грубогумусированный – перегнойно-глеевая грубогумусированная ожелезненная.

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

УДК 631.417.2

ЛАБИЛЬНЫЕ ГУМУСОВЫЕ ВЕЩЕСТВА ПОЧВ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН ГОРОДА МОСКВЫ

А.В. Сидоренко
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
anastasia-s2014@yandex.ru

Лабильное гумусовое вещество, будучи самой динамичной составляющей органического вещества, является довольно важной частью почвы, принимая участие во многих функциях почв и биосферы. Легкоразлагаемое гумусовое вещество почв – это важный источник питательных веществ для растений. Для городских почв, особенностью функционирования которых является поступление на поверхность большого количества противогололедных реагентов, нефтепродуктов, подсыпки нового материала и т.д., содержание и состав ЛГВ имеет большое значение для создания условий произрастания растений, для формирования структуры и других важных почвенных свойств.

Необходимость изучения лабильного органического вещества обусловлена активным участием ЛГВ в различных почвенных процессах и формировании эффективного плодородия почв, что в условиях городской среды является одним из основных факторов поддержания стабильного состояния парковых ценозов города.

В качестве объектов исследования были выбраны почвы некоторых рекреационных зон города Москва:

1. Урбанозем маломощный карбонатосодержащий мелкосуглинистый на техногенных отложениях на территории МГУ им. М.В. Ломоносова на Воробьевых Горах.
2. Урбанозем мощный карбонатосодержащий супесчаный на техногенных отложениях, подстилаемых флювиогляциальными отложениями на территории филиала ботанического сада МГУ – Аптекарского огорода.
3. Рекреазем маломощный карбонатосодержащий связнопесчаный на техногенных отложениях отложениями на территории филиала ботанического сада МГУ – Аптекарского огорода.
4. Агрозем карбонатосодержащий маломощный супесчаный на техногенных отложениях на территории усадьбы Л.Н. Толстого в Хамовниках.
5. Агрозем карбонатосодержащий железо-метаморфический среднемощный легкосуглинистый на флювиогляциальных отложениях на территории усадьбы Л.Н. Толстого в Хамовниках.

Методы

1. Содержание и состав ЛГВ определялся непосредственной 0.1 н. NaOH вытяжкой с выделением гуминовых и фульвокислот.

2. Общее содержание углерода определялось по методу Тюрина.

Выводы

1. Содержание углерода в изученных антропогенных почвах выше, чем в зональных дерново-подзолистых. Это связано отчасти с внесением дополнительного количества органического вещества с удобрениями, отчасти – с особенностями развития и функционирования почв в городских условиях.

2. В нижних и погребенных горизонтах изученных почв лабильные гуминовые кислоты преобладают над фульвокислотами.

3. Все почвы характеризуются высокими значениями коэффициентов лабильности относительно естественных почв, что связано с добавлением органических субстратов.

4. Максимальное значение общего содержания углерода и углерода ЛГВ наблюдается в горизонтах почв либо возделываемых в настоящее время, либо погребенных горизонтах, которые подвергались возделыванию некоторое время назад.

5. Все почвы характеризуются высоким содержанием углерода лабильных соединений, что благоприятно сказывается на произрастании растений и питании микроорганизмов.

Работа рекомендована к.б.н., стар. преп. А.В. Кирюшиным.

УДК 911.2

ВЛИЯНИЕ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА «ПЕЧЕНГАНИКЕЛЬ» НА ПОЧВЫ ОКРУЖАЮЩИХ ЛАНДШАФТОВ

В.А. Сидорик

Санкт-Петербургский государственный университет, sidorikv@inbox.ru

Почвы северного сектора Евразии характеризуются высокой чувствительностью к внешнему воздействию. Ландшафты, находящиеся в непосредственной близости к горно-металлургическому комбинату (ГМК) «Печенганикель», являются моделью природной системы, находящейся под длительным антропогенным влиянием. ГМК «Печенганикель», основанный в 1946 году, находится на северо-западе Мурманской области; производство на комбинате связано с добычей медно-никелевой руды.

Исследовались почвы, расположенные (а) на техногенных пустошах, где практически полностью уничтожен почвенно-растительный покров и (б) в естественных ландшафтах, но находящиеся в зоне влияния комбината. Целью данной работы является проведение сравнительной характеристики почв данных территорий.

Физико-химические свойства почв (кислотность, содержание гумуса, группы и формы содержания железа и алюминия) определены на основании стандартных методов и подходов. Валовый химический состав почв* определен рентген-флуоресцентным методом.

Все исследуемые почвы являются кислыми, песчаными по гранулометрическому составу, с невысоким содержанием органического углерода. В результате работы было выявлено, что:

1. Разрезы, находящиеся в ландшафтах, которые незначительно затронуты влиянием ГМК «Печенганикель», представлены подзолами (Классификация почв России, 2004), и не имеют выраженных морфологических изменений, связанных с техногенной нагрузкой.

2. Почвы техногенных пустошей классифицированы как абразёмы альфегумусовые. В этих почвах отсутствуют верхние органно-аккумулятивный и подзолистый горизонты. По сравнению с подзолами абразёмы являются более кислыми почвами, для них характерно повышение растворимых форм железа и алюминия и более высокая доля органического углерода.

*Валовый химический анализ был сделан в ресурсном центре методов анализа состава вещества научного парка СПбГУ по методике М-02-0203-09.

Работа рекомендована д.г.н., проф. С.Н. Лесовой.

УДК 504.062.4

ДИАГНОСТИКА НЕЙТРАЛЬНОГО БАЛАНСА ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ ПО ПОЧВЕННЫМ ПАРАМЕТРАМ

А.С. Сидоров
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
alsidorov58@gmail.com

Обеспечение населения Земли продовольствием является одной из важнейших проблем, с которым человечество сталкивается с начала своего формирования и развития. Этот вызов напрямую связан с ростом населения, которое приводит к возникновению экстенсивных способов и практик ведения земледелия. Устойчивое управление земельными

ресурсами (УУЗР) является одним из подходов, служащих для минимизации последствий деградации земель. Несмотря на возрастающую широкую применимость практик УУЗР, деградация земель растет и продолжает быть серьезной глобальной угрозой. Согласно данным КБО ООН, до 25 % земель во всем мире в настоящее время имеют высокую степень деградации, 36 % незначительно или умеренно деградированы, но находятся в стабильном состоянии.

Идея нейтральной деградации земель (НДЗ) ставит целью предотвращение их дальнейшей деградации и сохранение территорий, на которых негативное антропогенное влияние еще не отразилось. НДЗ – это состояние, при котором количество и качество земельных ресурсов, необходимых для поддержания экосистемных функций и повышения продовольственной безопасности, остаётся стабильным в определённых временных и пространственных масштабах. Концепция НДЗ предполагает проведение базовой оценки положительных и отрицательных изменений трех глобальных показателей, которые служат отражением большинства экосистемных услуг: земельный покров (изменения земельного покрова), продуктивности земель, запас углерода. В масштабе отдельных стран могут быть использованы дополнительные национальные и местные системы показателей, для внедрения которых требуется научное обоснование и адаптация к конкретным целям и условиям землепользования.

Для территории России существует необходимость разработки и использования системы индикаторов НДЗ глобального уровня, а также обоснование пределов применимости данной концепции с учетом местных условий (почвенные свойства, климатические условия, режимы землепользования). Почвенные индикаторы глобального масштаба включают параметры состояния почвенного покрова, отражающие изменения состояния земель, а также показатели, характеризующие состояние и количество углерода в почвах. Почвенные индикаторы регионального (национального) и местного значения могут быть существенно расширены в зависимости от особенностей территории и типа землепользования. Среди почвенных диагностических признаков имеются относительно статические показатели, обусловленные, например, литологическими особенностями, и относительно динамические показатели, например, pH. Признаки первой группы можно использовать в качестве индикатора потенциального состояния. Они могут входить в различные статистические сборники, обобщаться и обрабатываться, их мониторинг необходимо осуществлять раз в несколько лет. Признаки второй группы являются локальными индикаторами, характеризующими актуальное

состояние. Они здесь и сейчас оказывают влияние на благосостояние населения и экономическую эффективность земель, их мониторинг необходимо проводить на более регулярной основе. Мониторинг результатов может быть использован не только в рамках концепции НДЗ, но и для выявления причин деградации почв, а также для разработки рекомендаций по стабилизации деградации почв.

Работа рекомендована профессором, д.б.н., заведующим кафедрой эрозии и охраны почв факультета почвоведения МГУ О.А. Макаровым.

УДК 631.10

СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ЧЕРНОЗЕМАХ ЛЕСОПАРКОВ РОСТОВА-НА-ДОНУ

П.Н. Скрипников, Н.А. Димитрова
Южный федеральный университет, pav.sc@yandex.ru

Определение содержания органического вещества в почвах под древесной растительностью представляет научный интерес с позиции изучения особенностей его накопления в почвах лесопарков крупного города степной зоны.

Благоустройство городских территорий на протяжении прошлого столетия обязательно включало посадку деревьев с целью создания более комфортных условий проживания. Это привело к тому, что в степной зоне, где обыкновенно рано наступает летний перерыв в вегетации степной растительности, и происходит так называемое «выгорание степи», сформировались неестественные для данной местности биоценозы, включающие травянистые, кустарниковые и древесные ярусы. Ранее выполненные исследования [1] показали увеличение содержания органического вещества в десятисантиметровом слое черноземов Ростовской агломерации, расположенных под древесной растительностью (относительно черноземов залежных участков).

Цель данного исследования – выявить влияние специфики напочвенного травянистого покрова на характер накопления органического вещества в почве. При выборе мест отбора проб визуально выделялись растительные ассоциации по преобладающим видам трав или их отсутствию. Были выделены участки, условно обозначенные как «Злаки», «Гравилат», «Разнотравье», «Хвойный опад» (последний участок характеризовался отсутствием травянистого покрова). Отбор проб проводился в мае 2017 года в лесопарках Ростова-на-Дону и его пригородов. Некоторые полученные данные представлены в таблице.

Таблица. Содержание гумуса в черноземах лесопарков.

№	Гумус, %	M±m	Отклонение от M	Тип растительности
Лесопосадка поселка «Второе Орджоникидзе»				
1	9.16	8.73±0.43	+0.43	Злаки
3	8.30		–0.43	Гравилат
Щепкинский лес				
4	6.86	6.93±1.06	–0.07	Злаки
5	7.77		+0.84	Гравилат
6	5.29		–1.64	Хвойный опад
Парк им. К.И. Чуковского				
7	6.96	7.20±0.23	–0.23	Злаки
8	7.43		+0.23	Разнотравье

В целом, результаты согласуются с выводами, полученными ранее: среднее содержание гумуса в 20-ти сантиметровом слое для черноземов лесопарковой зоны Ростова-на-Дону составляет 7.8 % с колебаниями от 6.6 до 10 %. Влияние вида растений на накопление органического вещества в почве выявить не удалось. Если в Щепкинском лесу максимальное содержание гумуса обнаружено в почве под зарослями гравилата, то в лесопосадке поселка в этом отношении лидируют злаки. В черноземе под соснами содержание гумуса самое низкое.

Литература

Горбов С.Н., Безуглова О.С. Специфика органического вещества почв Ростова-на-Дону // Почвоведение, 2014, № 8. – С. 1–11.

Исследование выполнено в рамках инициативного научного проекта базовой части государственного задания Минобрнауки России (шифр 6.6222.2017/БЧ) 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 и к.б.н. С.Н. Горбовым.

УДК 631.4

ПАЛЕОПОЧВЫ САРТАНСКОГО СОЛИФЛЮКСИЯ В РАЗРЕЗАХ ГЕОАРХЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА «ТУЯНА» (РЕСПУБЛИКА БУРЯТИЯ)

М.В. Смирнов[1], А.С. Козырев[2]
[1]ФГБОУ ВО «ИГУ», [2]ФГБУН Институт земной коры СО РАН, Иркутск,
maksimvipgast@mail.ru

Геоархеологический объект (ГАО) «Туяна», расположенный между Торской и Тункинской впадинами, на правом (Хамар-Дабанском) борту долины р. Иркута, на северном макросклоне. «Туяна» (рис. 1), представляет собой верхнепалеолитический археологический памятник.

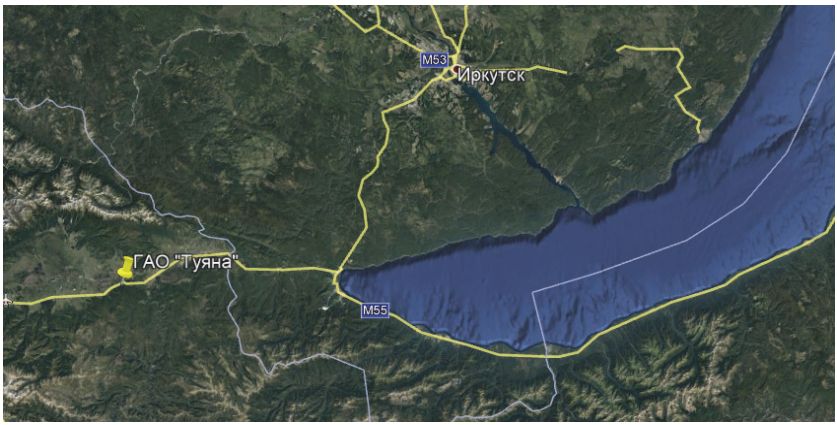


Рисунок 1. Месторасположение ГАО «Туяна».

Отложения ГАО «Туяна», имеющие голоценовый и верхнеплейстоценовый возраст, залегают на коре выветривания метаморфических пород. Максимум археологического материала был обнаружен в солифлюкционной толще, в него оказались включенными и костные останки различных животных. Это связанно с тем, что культурные горизонты, содержащие археологические находки, перемещались солифлюкцией с большей части склона и аккумулировались в его нижней части. В связи с чем, именно эта толща представляет наибольший интерес для археологии.

Объектом изучения служили палеопочвы, включенные в солифлюциированные слои раннесартанского возраста (24–21 тыс. лет) расположенные в нижней части склона. Солифлюциированная толща залегает на глубине от 1.5 м до 3.5 м от дневной поверхности (рис. 2). Толща имеет невыдержанную мощность от 0.5 м до 1.5 м и представляет

собой слоистые отложения темно-серого цвета, среднесуглинистого гранулометрического состава, пылевато-комковатой структуры. В солифлюксий включены гумусированные прослойки палеопочвы (рис. 2).

На всей вскрытой площади палеопочвы не имеют сохранившегося профиля и представлены «растащенными» фрагментами или перемешаны с сартанскими отложениями. Гумусированные фрагменты отличаются красновато-серой окраской, среднесуглинистым составом, содержат карбонаты, почвенная структура не сохранена. Судя по достаточно мощным гумусированным прослоям и их морфологическим свойствам, можно предположить, что палеопочва имела хорошо развитый профиль и довольно высокое содержание гумуса. Так как в холодное сартанское время формировались лишь слаборазвитые малогумусированные почвы [1] то, вероятно, данные содержащие гумус фрагменты принадлежат почвам каргинского времени (40–25 тыс. лет).

Наличие сартанского солифлюксия и включенных в него гумусированных фрагментов в отложениях ГАО «Туяна» не является исключительным случаем. Это довольно распространенное явление в отложениях позднеплейстоценового возраста.

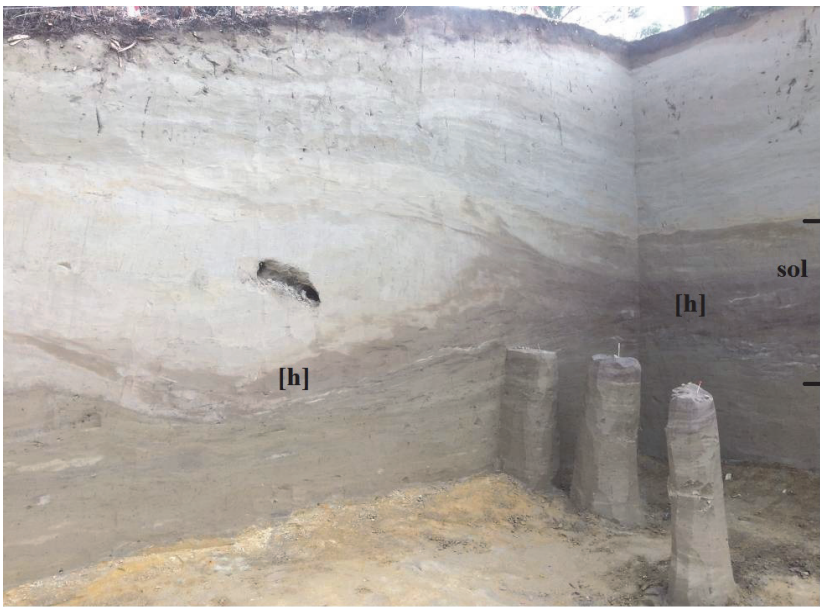


Рисунок 2. Отложения ГАО «Туяна»
(sol – солифлюксий, [h] – фрагменты палеопочвы).

По литературным данным, основное развитие солифлюкции было обусловлено похолоданием климата, наступившим после каргинского периода. Раннесартанское похолодание привело к резкому снижению глубины сезонного протаивания из-за понижения температуры почвы. Следствием похолодания стала деградация древесной растительности, уменьшение испаряемости, увеличение увлажненности и развитие течения (солифлюкции) переувлажненной талой верхней части почвы по мерзлому слою грунта. Солифлюкция транспортировала вниз по рельефу огромные массы рыхлого материала, в том числе палеопочвы каргинского и более раннего возраста. Прекращение солифлюкции произошло примерно 21 тыс. лет назад и было вызвано аридизацией климата на фоне еще более суровых климатических условий [2].

Литература

1. *Куклина С.Л.* Характеристика палеопочв сартанского времени (долина реки Белой) /С.Л. Куклина, И.В. Санникова // Проблемы естественно-научного образования: материалы конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов (Сборник научных публикаций). – Иркутск, 2009. – С. 26–28.

2. *Воробьева Г.А.* Почва как летопись природных событий Прибайкалья: проблемы эволюции и классификации почв: монография / Г.А. Воробьева. – Иркутск: Изд-во. Иркут. гос. ун-та, 2010. – 36 с.

Работа рекомендована старшим преподавателем кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов С.Н. Куклиной.

УДК 631.4

ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ГОРНЫХ ПОЧВ (ЗАПОВЕДНИК «БАСЕГИ»)

К.С. Соромотина
Пермский ГАТУ имени академика Д.Н. Прянишникова,
soromotinakseniya@bk.ru

Среди методов изучения неоднородности гранулометрического состава (ГС) почв в последнее время широко начали использоваться информационные методы анализа. Для исследования взаимосвязи факторов может быть использован информационно – логический анализ (ИЛА), в основу которого положены представления об измеримости информации, передаваемой изучаемому явлению как от одного параметра, так и от их совокупности.

Цель исследований – систематизировать имеющиеся данные по гранулометрическому составу по почвам заповедника и провести информационно-логический анализ. Гранулометрический состав почв определен пипет-методом по Качинскому в лаборатории кафедры почвоведения Пермского ГАТУ. В обработку были включены данные 56 разрезов почв, заложенных на горе Северный Басег (954 м н.у.м.) в разных высотно-растительных поясах: горно-лесном, подгольцовом (парковое редколесье, субальпийские луга, криволесье), горно-тундровом. В результате систематизации данных по гранулометрическому составу все почвенные разрезы объединены в 4 группы по высотно-растительным поясам, различающиеся по условию формирования почв I группа – на высоте 315–500 м (22 разреза, горно-лесной пояс); II группа – 501–700 м (23 разреза, парковые высокотравные леса и редколесья, субальпийские луга); III группа – 701–900 м (7 разрезов, криволесье); IV–>900 м (4 разреза, горная тундра).

ГС мелкозема почв является тяжелосуглинистым и глинистым в горно-лесном поясе, средне- и легкосуглинистым (реже тяжелосуглинистым) в поясе субальпийских лугов, средне- и легкосуглинистым в криволесье и легкосуглинистые, супесчаные в горно-тундровом поясе. Таким образом, прослеживается четкая тенденция облегчения ГС почв с увеличением высоты местности. Для установления вклада фракций в формирование почвенного профиля в разных высотно-растительных поясах провели ИЛА (табл.).

Таблица. Показатели информационно-логического анализа.

Показатель ИЛА	Фракция, мм					
	1.00–0.25	0.25–0.05	0.05–0.01	0.01–0.005	0.005–0.001	<0.001
Поверхностные горизонты						
Т	0.34	0.23	0.33	0.17	0.32	0.39
К	0.20	0.13	0.19	0.10	0.19	0.23
Почвообразующая порода						
Т	0.43	0.30	0.19	0.08	0.19	0.20
К	0.25	0.17	0.11	0.05	0.11	0.12

Примечание. Т – общая информативность, бит; К – коэффициент эффективности передачи информации.

Общая информативность (Т) в формировании ГС в верхних горизонтах почв зависит от содержания ила, крупного и среднего песка, крупной пыли. В формировании почвообразующей породы наибольший вклад вносят частицы песчаной фракции. Коэффициент эффективности передачи информации (К) в каналах связи представляет возможность построить

информационно-логические модели для верхних (ил > крупный и средний песок > крупная и мелкая пыль > мелкий песок > средняя пыль) и нижних горизонтов (крупный и средний песок > мелкий песок). Пылеватые и илистая фракции не являются информативными в породе (К < 0.13). Установлено, что наибольший вклад в формирование поверхностных горизонтов имеет илистая фракция и фракция крупного и среднего песка. В почвообразующей породе решающую роль играет песчаная фракция.

Данные ИЛА показывают, что на формирование разновидностей почв в горных условиях оказывают влияние все фракции, но в большей степени песчаная.

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

УДК 631.484

БИОИНДИКАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВ НЕКОТОРЫХ БОЛОТ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В.А. Степанова
Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск,
verastep1985@rambler.ru

Актуальность исследования болот в лесостепи обусловлена недостаточной осведомлённостью об их функционировании в прошлом и настоящем и определяет необходимость их исследования, без которого невозможны прогнозы развития в условиях воздействия на них естественных и антропогенных факторов. Их уязвимость в лесостепной зоне возрастает благодаря соответствующим природным условиям и антропогенной нагрузке, особенно для верховых сфагновых болот (рямов).

Целью данной работы являлось изучение особенностей строения торфяной залежи Николаевского ряма (Убинский район, Новосибирская область) на основании данных биоиндикационных исследований (ботанического состава торфа, степени его разложения – R) и возраста болота. По этим данным выполнено описание вероятной динамики болотного ландшафта. Объект исследования имеет наименее нарушенный растительный покров по сравнению с аналогичными болотами [1].

По данным стратиграфии торфяной залежи верхняя часть торфяного профиля (около 80 % залежи) сформирована верховым торфом – фускумом с небольшим количеством ангустифолиум, сфагнового и пушицево-сфагнового торфа, *R* которых варьирует от 5 до 20 %. Переходный (сфагновый) торф в профиле составляет всего 5 % средней R 30–35 %. Основание залежи образовано низинным торфом (около 14 %): скваррозум, травяно-сфагновым, пушицево-сфагновым и древесно-

вейниковым торфами, R изменяется от 25 до 55 %. Полученные данные указывают на общую характерную особенность лесостепных верховых болот и Николаевского ряма. Согласно стратиграфии торфяной залежи лесостепные рямы характеризуются преобладающей толщей верхового торфа (преимущественно – фускум) и небольшими слоями переходного и низинного торфов, что, по-видимому, является прямым следствием определённой однородности условий, в первую очередь экологических, в которых они формировались. Вместе с тем, торфяная залежь Николаевского ряма отличается от других лесостепных рямов эвтрофной стадией торфонакопления, что может свидетельствовать о преобладании березово-разнотравных и пушицево-сфагновых сообществ на ранних этапах развития исследуемого болота.

На основании датировок и стратиграфии торфяной залежи выполнена детальная реконструкция динамики растительности центральной части болота. Её формирование началось на месте переувлажнённого берёзового колка с эвтрофной стадии не позднее 2.6 тыс. лет назад и связано с существованием березово-разнотравного сообщества. Через 100 лет происходит выпадение древесного яруса и образование болота с пушицево-сфагновым, травяно-сфагновым и сфагновым со *S. squarrosum*, а затем – сфагновым со *S. squarrosum* + *S. angustifolium* сообществами, которые существовали и развивались далее на протяжении следующих 500 лет. Переход от мочажинного растительного покрова к ряму произошел около 2.1 тыс. лет назад через стадию пушицево-сфагновых сообществ со *S. angustifolium* и *S. angustifolium* + *S. fuscum* к сосново-кустарничково-пушицево-сфагновому и сосново-кустарничково-сфагновому со *S. fuscum*, существующему и в настоящее время. По нашим оценкам, переход к растительному сообществу, характеризующему современный этап развития болота, произошёл около 1.6 тыс. лет назад.

Полученные результаты хорошо дополняют ранее опубликованные научные данные об образовании и развитии верховых болот лесостепи Западной Сибири и подчёркивают некую уникальность, единообразие в их формировании. Наличие мощного слоя верхового торфа, ботанический состав которого мало изменяется по всей глубине колонки, несмотря на колебания климатических условий и других внешних воздействий, указывает на значительную устойчивость экосистемы, находящейся на олиготрофной стадии развития.

Литература

Степанова В.А., Волкова И.И. Особенности генезиса Николаевского ряма в лесостепи Западной Сибири // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2017. – № 40. – С. 202–223.

УДК 631.4.

ГЛОМАЛИН – ПОЧВЕННЫЙ ГЛИКОПРОТЕИН

Сун Гэ
Санкт-Петербургский государственный университет,
1093972779@qq.com

Почвенное органическое вещество (ПОВ) – сложный комплекс индивидуальных соединений и гуминовых веществ (ГВ), а также продуктов взаимодействия между собой и с минеральной частью почвы. В настоящее время в составе ПОВ, кроме гуминовых веществ, были выявлены: 1. липиды (жиры, воски, смолы и др.); 2. пигменты (хлорофиллоподобные соединения, каротиноиды и др.); 3. кероген (полимерные органические материалы, одна из форм нетрадиционной нефти); 4. гидрофобины (амфифильные белки, встречающиеся исключительно в мицелиальных грибах и состоящие из примерно 100–150 аминокислотных остатков, в том числе из восьми остатков цистеина, образующих дисульфидные мостики); 5. гломалин.

Цель исследования – охарактеризовать на основе анализа научной литературы такое органическое вещество, как гломалин.

Гломалин – продукт жизнедеятельности арбускулярных микоризных грибов (АМГ) порядка *Glomales* (*Glomerales*), отсюда и название «гломалин». Это вещество обладает уникальными свойствами, что позволяют его использовать для диагностических целей.

Гломалин – сложное органическое гидрофобное вещество красного цвета, которое способно связывать железо. Биохимически гломалин – гликопротеин. Он характеризуется иммунореакционными свойствами и имеет много общих черт с другими биомолекулами, такими как гидрофобины и ГВ.

С позиции биохимии, гликопротеины, или более корректно, гликоконъюгаты – белки, содержащие углеводный компонент (гликан), который ковалентно связан с полипептидной основой. Углеводы, как правило, присоединены к белку либо *N*-гликозидной связью к амидному азоту аспарагина, либо *O*-гликозидной связью к гидроксигруппе остатка серина, треонина, гидроксилизина. Доля углеводов в гликопротеинах варьирует от 15 до 20 % по массе, не содержат уроновых кислот, углеводные цепи содержат не более 15 звеньев, при этом углеводы имеют нерегулярное строение.

Гломалин оказывает благоприятное влияние на большинство сельскохозяйственных культур, обнаружен в разных типах почвах, образуется в больших количествах (от 2–15 до 60 мг/г почвы и больше),

практически нерастворим в воде, устойчив к разложению (скорость деструкции от 7 до 42 и даже 100 лет). Установлено, что между синтезом эндогликопротеинов и меланинов существует закономерность – с увеличением в мицелии темного пигмента растёт и количество гломалина.

Можно выделить следующие функции гломалина: сохраняет углерод и/или азот в почве, удерживает влагу вблизи корней растений, улучшает круговорот питательных веществ в системе почва-растение, увеличивает просачивание влаги в почве, улучшает проникновение корней за счёт снижения сопротивления пенетрации, защищает гифы АМГ от потери питательных веществ, склеивает и стабилизирует агрегаты почвы, снижает воздействие эрозии и дефляции на почвы.

Следует заметить, что гломалин обычно выделяется из образцов почв буферным раствором (как правило, содержащим хелатор – чаще всего цитрат-ион) при высокой температуре (121 °С). При таких жестких условиях извлечения, весьма вероятно, изменяется химический состав гломалина, в результате окислительной и гидролитической деструкции. Кроме того, при извлечении гломалина могут выделяться и другие вещества.

По нашему мнению, необходим метод, позволяющий корректно отделить ГВ и меланины от гломалина и гидрофобинов. Таковым, очевидно, будет являться способ, основанный на сродстве компонентов ПОВ к тем или иным органическим растворителям. Иными словами, необходимо пересмотреть методологию разделения ПОВ на компоненты.

Работа представлена д.с.-х.н., проф. А.И. Поповым.

УДК 631.41

СОДЕРЖАНИЕ МЕДИ В ПОЧВАХ ГОРОДА ОРЕНБУРГА

Н.А. Терехова
Оренбургский государственный университет, terehova_n99@mail.ru

Одной из важных экологических проблем современности считается проблема загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами. Накопление в почве соединений Pb, Cu, Mn, Zn, Cd и Ni, может служить индикатором загрязнения окружающей среды. Наличие тяжелых металлов в почве является фактором озеленения и показателем качества городской среды. Изучения содержания подвижных форм тяжелых металлов особо важно, так как данная форма нахождения элементов в почве наиболее доступна для живых организмов. В почвенном покрове горо-

дов накапливаются тяжелые металлы за счет атмосферных выбросов шлака, золы, и других отходов, привнесенных в почвы в виде средств ухода за дорогами и при создании почвогрунтов для клумб. Население городских агломераций подвергается непосредственному воздействию почвенных контаминаторов за счет ингаляции частиц почвы, контакта с кожей и перорального приема. Избыток меди в организме человека может вызвать острое отравление, заболевания печени и почек.

Целью нашей работы было изучить загрязнение почвенного покрова города Оренбурга подвижными формами меди.

Объектом исследования послужили черноземы южные с различной степенью антропогенной трансформации, расположенные в пределах Северного и Южного административных округов города Оренбурга. Отбор образцов осуществлялся методом конверта на 27 участках (слой 0–20 см) в 2016 году. Определение концентрации подвижных форм тяжелых металлов производили с помощью вольтамперометрического анализатора АКВ-07МК (АО «Аквилон», г. Москва). Подготовка проб осуществлялась согласно методике выполнения измерений массовой доли подвижных форм тяжелых металлов и токсичных элементов (Cd, Pb, Cu, Zn, Bi, Tl, Ag, Fe, Se, Co, Ni, As, Sb, Hg, Mn) в почвах, грунтах, донных отложениях, осадках сточных вод методом инверсионной вольтамперометрии. Параллельно проводилось определение активности инвертазы по методу В.Ф. Купревича и Т.А. Щербаковой (2011).

Диапазон колебаний содержания меди в почвенном покрове г. Оренбурга достаточно широк. Максимальное значение содержания подвижных форм меди составило 50.4 мг/кг (16.8 ПДК) и отмечено на участке «ул. Беляевская», а минимальное значение – 0.7 мг/кг на участке «ост. Инвертор» не превышает ПДК. Средние концентрации подвижных форм меди в почвах Северного административного округа составляет 5.3 ПДК, Южного – 7.2 ПДК. В городе Оренбурге на 15.4 % опытных участков содержание меди не превышает ПДК, на 11 % – 1–2 ПДК, на 33 % – 3–7 ПДК, на 22 % – 8–12 ПДК, на 19 % – 13–17 ПДК.

Предприятия топливной, химической и металлообрабатывающей промышленности, находящиеся в городе Оренбурге и его окрестностях, оказывают прямое воздействие на почвенный покров прилегающих территорий. Это отражается в накопление подвижных форм меди в почвах в концентрациях значительно превышающих ПДК.

В ходе проведенного статистического анализа была выявлена обратная корреляционная зависимость между концентрацией подвижной формой меди в почвенном покрове города Оренбурга и активностью инвертазы ($r = -0.749$, при $p>0.05$). Это свидетельствует о том, что тя-

желые металлы в количествах, превышающих предельно допустимую концентрацию, снижают ферментативную активность почв. Ослабление активности инвертазы может повлечь за собой снижение плодородия и нарушение выполнения глобальных экологических функций почвы, таких как почва как среда обитания живых организмов и фактор сохранения биологического разнообразия экосистем.

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

УДК 631.41: 550.42

ЭЛЕМЕНТЫ МИНЕРАЛЬНОЙ И ОРГАНИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩИХ ПОЧВ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

К.В. Титова[1,2], А.А. Слобода[1,2]
[1]Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова,
[2]Федеральный исследовательский Центр комплексного исследования Арктики РАН, г. Архангельск, ksyu_sev@mail.ru

В зависимости от специфики исследования при изучении тяжелых металлов в почвах преследуются различные цели: мониторинг загрязнения твердых матриц данными поллютантами; определение биодоступной для жизнедеятельности растений формы; изучение их поведения в ходе геохимических процессов. В данной работе внимание будет уделено только железу, что связано с распространенностью этого элемента в земной коре; влиянием превращений соединений железа на свойства почвы (н., цвет) (Водяницкий, 2013) и особенностью исследуемой территории. Целью настоящей работы служит изучение содержания реакционноспособного (подвижного) железа в почвах водосбора озера, расположенного в Каргопольском районе Архангельской области. Этот водоем интересен значительным содержанием железа в его донных осадках (ДО), которое превышает для некоторых горизонтов отложений кларк данного элемента в земной коре в несколько раз. Как известно, почвы первоначально «наследуют» минеральный состав горных пород. Со временем под влиянием физических, химических и биологических факторов осуществляется поэтапное почвообразование. Изучаемая территория представляет собой холмисто-моренную равнину, сложенную несортированным песчано-глинистым материалом. Особенностью ее является наличие озовой гряды (высота до 30 м). Почвенный покров представлен зональными почвами с кратковременным избыточным ув-

лажнением. Объектом исследования служила почва, расположенная на гряде в беломошнике хвойного леса (июль). Отбор проб осуществлялся (ГОСТ, 1984) почвенным буром с интервалом 20 см (до 80 см). Образцы представлены песком от светло-желтого до охристого оттенков с древесными остатками и мелкими камешками. «Рыжий» цвет может указывать на наличие соединений железа (III) и хорошую аэрируемость; ведь оглеенные почвы имеют холодную сизоваую окраску. Процессы (н., минерализация органического вещества), определяющие подвижность железа, в бесснежный период протекают в основном в аэробных условиях. Определение содержания углерода и азота проводилось на CHN-анализаторе в высушенных образцах (авторы выражают благодарность Ивахновой Р.Б.). Как и предполагалось, в песчаной почве содержание органического углерода ($C_{орг}$) было незначительным, а азот отсутствовал (менее 0.01 %). Наибольшее количество $C_{орг}$ отмечено в верхнем 20-ти сантиметровом слое, содержащем растительные остатки – 1.11 %. Для каждого последующего слоя его содержание снижалось примерно на 0.20 %, уменьшаясь к 60–80 см до 0.49 %. pH водной вытяжки (ГОСТ, 2011) изменялся от 5.06 до 5.44. В свою очередь, токсичность и биологическая доступность тяжелых металлов зависит от реакционной способности и химической формы элемента (Водяницкий, 2005). Для определения содержания реакционноспособного железа в почве и ДО близлежащего озера (разделение на II и III было нецелесообразно – пробы были высушены на воздухе) использовалась сернокислотная вытяжка с титриметрическим окончанием (Соколов, 1980). Содержание реакционноспособного (подвижного) железа изменялось от 1000 до 1400 мг/кг, что в несколько раз больше, чем в поверхностном слое зональных незагрязненных почв, расположенных вблизи Архангельска (от 100 до 500 мг/кг), при усредненном значении в этом районе для природных почв 186 мкг/кг (Евдокимова и др., 2012). Таким образом, запасы наиболее активной формы железа в исследованных почвах в несколько раз больше, чем в зональных. Повышенное содержание железа в изученных почвах, возможно, служит одной из причин его аккумуляции в ДО соседнего озера.

Работа рекомендована д.б.н., к.х.н., профессором Л.Ф. Поповой.

УДК 631.10

ПОКАЗАТЕЛИ ГУМУСА БУРЫХ ГОРНО-ЛЕСНЫХ ПОЧВ ЮЖНОГО УРАЛА КАК РЕЦЕНТНАЯ ОСНОВА ДЛЯ ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ РЕКОНСТРУКЦИЙ ПО ПАЛЕОПОЧВАМ

А.П. Учаев, Е.А. Крылова
Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, uchaev89@inbox.ru

Диагностика палеоприродной среды по древним почвам, как правило, проводится на основании сопоставления устойчивых во времени признаков палеопочв и современных почв и выявления в них аналогичных характеристик. Вследствие этого для проведения палеоэкологических реконструкций методами палеопочвоведения необходима рецентная (современная) основа, которая представляет собой среднестатистические характеристики значимых для этих целей показателей фоновых почв разных условий формирования. Поскольку почвенные параметры могут нести как зональные, так и фациальные особенности, рецентная основа должна включать характеристики фоновых почв локальных территорий, на которых расположены палеообъекты.

На Южном Урале интенсивно проводятся палеоэкологические исследования (Демкин и др., 1995; Рысков, Демкин, 1997; Чендев, Иванов, 2007; Хохлова и др., 2008; Приходько и др., 2013; Некрасова, Учаев, 2015; Учаев и др., 2016; и др.) в связи с обитанием здесь человека в голоцене. На горных склонах этой территории широко распространены бурые горно-лесные почвы, которые формируются на хрящеватых породах под древесными сообществами в условиях хорошего дренажа при среднегодовых температурах воздуха, составляющих 0.7–1.1 °С, сумме температур выше 10 °С, лежащей в пределах 1700–1950 °С, при количестве годовых осадков, равном, 800–850 мм и гидротермическом коэффициенте – 1.4–1.7 (Справочник…, 1965, 1968). Настоящее исследование посвящено обсуждению собственных и литературных результатов изучения гумусовых горизонтов, бурых горно-лесных почв Южного Урала, отражающих современные биоклиматические условия их формирования, в которых общий органический углерод определялся методом Тюрина, а состав гумуса – по методике Пономаревой и Плотниковой (1968).

Анализ качественного состава гумуса изученных почв Южного Урала (n=26) выявил, что гуминовых кислот в составе гумуса бурых горно-лесных почв содержится в среднем 28.9±4.5 %. Наибольшее их количество (16.1±3.8 %) приходится на фракцию свободных и связанных с несиликатными полуторными оксидами (ГКI), меньшее содержа-

ние – (9.6±2.3 %) – на связанные с глинистыми минералами (ГК3), в некоторых случаях присутствуют следовые количества гуминовых кислот, связанных с кальцием (ГК2). Доля фульвокислот в среднем составляет 29.6±5.5 %, почти треть из них (10.1±4.4 %) приходится на фракцию, связанную с бурыми гуминовыми кислотами (ФК1), в наименьших количествах (4.4±1.8 %) представлены «агрессивные» фульвокислоты (ФК1а). В то же время количества фракций ФК1 и ФК2 близки по абсолютным значениям. Интегральный показатель (соотношение углерода гуминовых и фульвокислот), хорошо сохраняющийся во времени и наиболее часто применяемый при диагностике палеоприродной среды (Чичагова, 1961; Морозова, Чичагова, 1968; Дергачева, 1984, 2008; Дергачева, Зыкина, 1988; и др.), в среднем составляет в изучаемых почвах 0.98±0.10, что характеризует тип гумуса как пограничный между фульватно-гуматным и гуматно-фульватным.

Полученные пределы варьирования интегрального показателя в современных бурых горно-лесных почвах будут служить частью рецентной основы для диагностики палеопочв и реконструкции палеоприродной среды Южного Урала и аналогичных территорий.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-04-00714.

Работа рекомендована к.б.н., доцентом О.А. Некрасовой.

УДК 631.4

ПОЧВЫ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ, ПОГРЕБЕННЫЕ ПОД КАМЕННЫМИ НАСЫПЯМИ (НА ПРИМЕРЕ ПАМЯТНИКА ЗАБЕЛЬЕ 1)

М.Е. Федорова
Санкт-Петербургский государственный университет,
mas2792@yandex.ru

Во время выполнения охранных археологических работ в пределах лесных массивов территории конечно-моренных гряд Валдайской возвышенности в окрестностях д. Забелье (Бокситогорский р-н, Ленинградская обл.) были обнаружены насыпи, представляющие собой скопления валунно-каменного материала. Объекты приурочены к плоской вершине моренного холма (абс. отм. 160 м). Комплекс археологических методов не дал однозначного ответа на вопросы о времени их создания и функциональной принадлежности. При проведении раскопок на объектах не были обнаружены ни предметы материальной культуры, ни следы погребений. Этот факт позволил предположить, что сооружения

не являлись культовыми, а имели хозяйственное назначение. Так, каменные сложения могли возникнуть в ходе очистки сельскохозяйственных угодий от камней или же в результате сборов каменного материала в качестве сырья для строительных нужд.

Изучение почв памятника осуществлялось в ходе полевых работ летом 2017 г. На двух раскопах были описаны профили погребенных и дневных (фоновых) почв, расположенные в непосредственной близости друг от друга (2–3 м). Дополнительный фоновый разрез был заложен в лесу. Исследования показали, что почвы под насыпным материалом, мощность которого не превышает трех десятков сантиметров, имеют хорошую сохранность профиля с ненарушенной последовательностью генетических горизонтов. Почвы хроноряда классифицированы как дерново-подбуры иллювиально-железистые литобарьерные супесчаные, что говорит в пользу того, что с момента сооружения насыпей прошел сравнительно небольшой отрезок времени. Почвы сформированы на водно-ледниковых отложениях, подстилаемых карбонатной мореной. Глубина смены пород в описанных разрезах варьирует от 33 до 75 см.

Основной целью проводимых исследований служит изучение почв хроноряда «фоновая почва – погребенная почва» с целью восстановления почвенно-ландшафтных условий, существовавших до момента сооружения каменных насыпей.

Для изучения обнаруженных почвенных тел будет использован комплекс различных естественнонаучных методов, включая палеопочвенные. В частности, радиоуглеродное датирование гуминовых кислот погребенных почв позволит судить о времени создания каменных сложений.

Исходя из сформулированной цели, были поставлены задачи: 1. проведение морфолого-генетического анализа строения профилей и выявление свойств дневных и погребенных почв для установления степени сохранности последних; 2. изучение фитолитных и споро-пыльцевых спектров почв хроноряда для установления степени антропогенного изменения ландшафта; 3. установление эволюционного тренда формирования почв на датированных радиоуглеродным методом поверхностях.

Ожидаемый результат исследования – выявить характер и степень антропогенной трансформации поверхности (изменение комплекса свойств почв, характера и типа землепользования), что поможет установить возможные причины образования рассматриваемых каменных сложений.

Исследование проведено при финансовой поддержке проекта РНФ № 16-17-10280.

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

УДК 631.452

ВОДОРАСТВОРИМОЕ ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРЕПАРАТОВ МАРКИ «БЕРЕС»

С.С. Филатова
Красноярский государственный аграрный университет
sofya_filatova_95@mail.ru

Водорастворимые органические вещества (ВОВ) являются одним из самых активных компонентов органического вещества почвы. Слабая обеспеченность почв агроценозов подвижными формами органического вещества сельскохозяйственных предприятий Сибири обусловливает неблагоприятный водно-воздушный режим, пониженную биологическую активность и недостаток минеральных соединений (Белоусов, Белоусова, 2017).

Недостаток имеющейся научной информации о влиянии препаратов марки Берес на уровень и динамику ВОВ определяет актуальность данной работы. Исследования проведены в 2017 году в зернопаровом севообороте полевого стационара «Миндерлинское» Красноярского ГАУ, территориально расположенного в Красноярской лесостепи (56° с.ш., 92° в.д.).

Объект исследования – комплекс черноземов выщелоченных и обыкновенных мало-, среднемощных тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Почвы опытного участка характеризуются высоким и очень высоким содержанием гумуса (8.6–11.1 %), нейтральной реакцией среды (pH_{H2O} – 6.6–6.8), высокой суммой обменных оснований (55–62 мг-экв/100 г). Отбор почвенных образцов на содержание водорастворимого органического вещества проводили в слое 0–20 см в фазу всходов (июнь), колошения (июль) и молочной спелости (август) пшеницы. Общая площадь делянки – 1200 м^2, учетной –100 м^2, повторность отбора образцов и аналитических определений – 3-х кратная Пахотный слой чернозема характеризуется очень высокой обеспеченностью обменным калием (177.9–287.6 мг/кг), а обеспеченность подвижным фосфором варьирует от средней до высокой (152.5–286.8 мг/кг).

В комплексной защите яровой пшеницы, кроме препаратов марки «Берес» применялись следующие средства защиты: оплот, магнум Супер, ластик экстра, зенон аэро, цунами.

Цель исследований: оценить параметры содержания водорастворимого органического вещества в черноземе выщелоченном при использовании препаратов марки Берес.

Таблица. Водорастворимое органическое вещество чернозема выщелоченного при применении средств защиты и препаратов марки Берес, мг С/100 г.

Вариант	июнь		июль		август	
	M±m	C_V, %	M±m	C_V, %	M±m	C_V, %
1. Средства защиты: оплот, магнум Супер, ластик экстра, зенон аэро, цунами – контроль	61±4	11	57±7	14	95±1	7
2. Средства защиты + Берес 8	25±3	20	49±3	11	65±4	11
3. Средства защиты + Берес 8 + препарат 1	33±3	17	23±3	20	98±1	2
4. Средства защиты + Берес экстракт водорослей	27±6	38	24±2	13	60±4	11

Максимальное содержание ВОВ в почве в июньский срок отбора отмечается в контрольном варианте. Дополнительная обработка посевов пшеницы препаратов марки «Берес» уменьшает данный показатель в 1.8–2.4 раза в зависимости от варианта опыта. В большей степени это проявляется под действием препарата «Берес 8» при среднем варьировании показателя. В июльский срок отбора количество ВОВ на контроле остается на том же уровне. В других вариантах обработанных препаратами марки «Берес» наблюдается та же самая тенденция – количество ВОВ уменьшается в 1.1–2.4 раза к контролю. В третий срок отбора (август) на контроле обнаруживается повышение ВОВ в 1.6 раза, при низком варьировании показателя. Совместное применение средств защиты и препаратов марки «Берес 8» + препарат 1 не оказывает заметного влияния на количество ВОВ. Дополнительная обработка растений в период их вегетации препаратами «Берес 8» и Берес экстракт водорослей уменьшает количество ВОВ.

Работа рекомендована д.б.н., доцент О.А. Ульяновой.

УДК 63.10

ХАРАКТЕРИСТИКА МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ИЛИСТОЙ ФРАКЦИИ ПОДБУРОВ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА КАРЕЛЬСКОГО ПЕРЕШЕЙКА

Е.В. Фомина
Санкт-Петербургский государственный университет
efen4ok@rambler.ru

Глинистый материал почвы, как наиболее химически активный и реакционно-способный минеральный компонент почв и пород, в наибольшей степени способен изменяться под влиянием внешних условий, прежде всего биоты, и «запоминать» воздействие процессов функционирования биосферы. Запоминающая способность глинистых минералов почв интересна тем, что некоторые изменения глин происходят необратимо, и признаки этих изменений могут сохраняться в профиле в течение неопределенно долгого времени, в отличие от многих других почвенных характеристик, которые быстро «стираются» в ходе последующей эволюции [1].

Процессы образования и изменения глинистого материала в почвах в результате функционирования биосферы условно можно разделить на 4 группы: 1. синтез глинистых минералов (в широком понимании термина «глинистые минералы»); 2. трансформационные изменения слоистых глинистых силикатов; 3. разрушение глинистых минералов; 4. механическое перемещение и изменение физического состояния (главным образом степени дисперсности) глинистых минералов. В большинстве почвенных типов указанные 4 группы процессов протекают не изолированно, а в определенных сочетаниях друг с другом.

Целью данной работы является исследование трансформационных изменений минералогического состава илистой фракции подбуров в условиях сельгового ландшафта.

В работе рассматриваются почвы уникального природного комплекса севера Карельского перешейка. Основные объекты исследования – два разреза, заложенные в пределах Приозерского и Выборгского районов Карельского перешейка на вершинах сельг. Разрез 1 – подбур иллювиально-гумусовый песчаный развитый на элювии, подстилаемом плитой гранита рапакиви, разрез 2 – подбур глееватый иллювиально-гумусовый песчаный на элювии, подстилаемом плитой микроклинового гранита.

По результатам предварительной диагностики, было установлено, что в илистой фракции обоих почв преобладают кварц, полевые шпаты, хлорит и биотит. В разрезе 2 отмечается следующее: в самом нижнем горизонте С наблюдается смешаннослойное образование хлорит-вермикулитового состава, в то время как в вышележащих горизонтах наблюдается смешаннослойное образование биотит-вермикулитового состава. Это может быть объяснено наличием кислой реакции среды в верхней части профиля, под воздействием которой не образуются смешаннослойные образования хлорит-вермикулитового состава.

При выполнении работы использовались следующие методы: метод электронной микроскопии с микроанализатором (РЦ СПбГУ: «Центр микроскопии и микроанализа» – растровый электронный микроскоп с микроанализатором TM3000 (HITACHI, Япония, и РЦ СПБГУ: «Геомодель» – сканирующий электронный микроскоп Hitachi S-3400N с аналитической приставкой количественного энерго-дисперсионного микроанализа EDX – AzTec Energy 350) и метод рентгенофазового анализа (РЦ СПбГУ «Рентгенодифракционные методы исследования» дифрактометр Rigaku «MiniFlex II»).

Литература

Соколова Т.А., *Дронова Т.Я.*, *Толпешта И.И.* Глинистые минералы в почвах //Тула: Гриф и К. – 2005.

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

УДК 631.4

ЛОКАЛЬНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ СВОЙСТВ ПОЧВ НА МОЛОДОЙ МОРСКОЙ РАВНИНЕ ПРИКАСПИЯ (НА ПРИМЕРЕ КЛЮЧЕВОГО УЧАСТКА КОЧУБЕЙ, ДАГЕСТАН)

В.В. Хлюстова
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
leraleto18@gmail.com

Изучена локальная дифференциация свойств почв на молодой морской равнине Прикаспия возраста около 100–200 лет в районе пос. Кочубей (Дагестан).

Целью исследования служит установление закономерностей и механизмов формирования неоднородного почвенного покрова на ранних этапах его эволюции. Были проведены измерения микрорельефа с оборудованием Stonex GNSS, сделано подробное геоботаническое опи-

сание, отобраны образцы почв и проведены различные химические анализы. Изученная территория расположена на Терско-Кумской низменности, являющейся юго-западной частью Прикаспийской низменности. Климат резко-континентальный, в течение года среднесуточные температуры варьируют от –14 °С зимой до +22 °С летом, коэффициент увлажнения 0.3. Абсолютные отметки участка 25 м ниже уровня моря. На изученной территории распространены морские отложения, представленные пылеватыми суглинками. Исследованы 2 разреза солончаков, заложенные на расстоянии 25 м друг от друга: первый (р. 05–17) – под густо произрастающим тамариксом, второй (р. 06–17) – под галофитами (солерос, солянка). Уровень грунтовых вод составляет 2.8 м, минерализация около 40 г/л. Проведены подробные морфологические описания почвенных разрезов, измерены показатели электропроводности в суспензии 1:2.5 и pH в водонасыщенной пасте. Определение элементного состава проб, отобранных из каждого горизонта, выполнено рентгенофлуоресцентным методом. Проведен анализ анионно-катионного состава водной вытяжки 1:5.

По данным электропроводности почва разреза 05–17 менее засолена, по сравнению с почвой разреза 06–17. Так показатели электропроводности верхних горизонтов изменяются от 0.52 мСм/см (р. 05–17) до 3.25 мСм/см (р. 06–17). В почвах обоих разрезов величина pH уменьшается с глубиной, однако почва с более высоким показателем электропроводности (р. 06–17) характеризуется меньшими значениями pH.

По данным рентгенофлуоресцентного анализа в обоих разрезах ярко выражен аккумулятивный характер распределения биофильных элементов (P, Cu, Zn) в слое 0–100 см. Наблюдаются два пика накопления CaO в горизонтах с обильным включением раковин морских моллюсков. Наиболее яркие различия заключаются в образовании выраженного пика аккумуляции Fe, Mn и Ni на глубине 170–190 см в менее засоленной почве (р. 05–17). Также в обеих почвах наблюдается низкое содержание свинца и мышьяка в верхних горизонтах, но в более засоленной почве (р. 06–17) происходит резкое увеличение количества свинца на глубине свыше 100 см.

Проведено сравнение содержания элементов в исследуемых почвах с кларками литосферы по Виноградову (1954) для установления хода их накопления или рассеивания в процессе эволюции почвенного покрова. Количество оксидов алюминия и кремния в почвах практически не отличается от их содержания в литосфере. Наблюдается сильная аккумуляция в почвах биофильных элементов – кальция и цинка. Ярко выражено накопление кобальта и хрома в профилях обоих разрезов,

стронций в большом количестве обнаружен только в нижних горизонтах. В нижней части профиля разреза 06–17 заметен пик аккумуляции свинца, концентрация мышьяка при этом не изменяется по сравнению с кларком литосферы.

Таким образом, локальная дифференциация свойств почв выражена уже на самых ранних этапах их развития.

Работа рекомендована к.с.-х.н., с.н.с. М.В. Конюшковой и к.г.н., н.с. И.Н. Семенковым.

УДК 631.4

ДИАГНОСТИКА ГЕНЕЗИСА БУРОЗЕМОВ ПО РАСПРЕДЕЛЕНИЮ ЩЕБНЯ В ПРОФИЛЕ

В.В. Хмелева
Пермский государственный агротехнологический университет,
samofalovairaida@mail.ru

Особенностью горных почв является их скелетность, которая оказывает влияние на почвообразование. В связи с этим, цель исследований – провести диагностику буроземов с учетом содержания и распределения щебня в профиле почв. Исследования проводили в буроземах заповедника «Басеги», который расположен в Койво-Усьвинском физико-географическом районе Средне-Уральской физико-географической горной области Уральской физико-географической страны. Почвенные разрезы заложены в разных высотно-растительных поясах: в горно-лесном (15 разрезов), в парковом редколесье (10), в субальпийских лугах (12), в криволесье (8 разрезов).

По содержанию щебня почвы являются слабо-, средне- и сильноскелетными. В связи с тем, что происходит очень сильное варьирование щебня по профилю, было рассчитано средневзвешенное содержания щебня (СВСЩ). Рассматривая распределение щебня в пространстве по высотно-растительным поясам, можно отметить следующее: для буроземов горно-лесного пояса характерно содержание щебня в основном 18–30 %, но встречается и 40–50 %; в парковом подпоясе содержание щебня практически в два раза ниже (8–20 %); под травянистой растительностью лугов буроземы по СВСЩ – сильнокаменистые (>60 %); в буроземах криволесья СВСЩ больше всего варьирует в пространстве и создается максимальная пестрота по щебнистости почв.

В горных почвах важную роль в почвообразовании играет тип распределения (ТР) щебня по профилю. Для установления зависимости между ТР щебня и подтипом бурозема использовали информационно-логический анализ. По преобладанию генетических признаков буроземы разделены на: элювиированные, ожелезненные, ожелезненно-глееватые, глинисто-иллювиированные, грубогумусированные и грубогумусированно-глееватые.

Установлено, что равномерно-элювиальный ТР щебня устойчив в подтипе грубогумусированном. Равномерно-аккумулятивный ТР щебня наиболее специфичен в ожелезненно-глееватом буроземе. Аккумулятивно-элювиально-иллювиальный ТР щебня специфичен для ожелезненно-глееватого бурозема. Элювиально-иллювиальный ТР является специфичным для грубогумусированно-глееватого подтипа бурозема. Установлено, что в буроземах чаще встречается прогрессивно-элювиальное распределение щебня. Коэффициент эффективности передачи информации (К) отражает тесноту взаимосвязи между ТР щебня по профилю и генетическими признаками подтипов буроземов. Отмечается тесная связь (К=0.2602) и высокая общая информативность (Т=0.605).

Несмотря на большое количество типов распределения щебня по профилю, их можно объединить в 3 генетических группы: 1 группа – профиль с ненарушенным сложением по щебню (профиль моногенетичен); 2 группа – проявляется инверсия каменистости (наиболее щебнистыми являются верхние горизонты и самые нижние); 3 группа – генезис почв связан с аэральным привносом мелкозема (отсутствие скелета в верхней части профиля). Определена очень высокая информативность (Т=0.902) и тесная связь эффективности передачи информации (К=0.289) между типом образования профиля и генетическими признаками подтипов буроземов. Установлено, что формирование буроземов может происходить в трех направлениях: генезис почв с ненарушенным профилем и развитием его вглубь; аэральное происхождение и рост профиля вверх; генезис почв с нарушенным профилем, где появляется инверсия каменистости, и профиль является полигенетичным.

Таким образом, распределение скелета по профилю почв помогает определить генезис буроземов и поли- и моногенетичность профиля.

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

УДК 631.4.

ХЛОРОФИЛЛОПОДОБНЫЕ ПИГМЕНТЫ И КАРОТИНОИДЫ В ГУМУСОВЫХ ГОРИЗОНТАХ ПОЧВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ

Г.Д. Холостов
Санкт-Петербургский государственный университет,
Kholostov18@yandex.ru

В практике российских почвоведов оценка качественного состава почвенного органического вещества (ПОВ) базируется на определении так называемого гумусового состояния, одним из показателей которого является присутствие или отсутствие хлорофилла в спиртобензольной вытяжке (Гришина, Орлов, 1978; Орлов и др., 1996; Орлов и др., 2005). Присутствие хлорофилла, точнее хлорофиллоподобных соединений (ХПС) в ПОВ, чаще всего определяют на основании приращения оптической плотности при $\lambda = 660–670$ нм спирто-бензольных вытяжек из почв (Аммосова и др., 1973). Содержание же хлорофиллов *a* и *b*, феофитинов и каротиноидов в составе ПОВ практически не определяют.

Целью наших исследований было определение содержания хлорофиллов *a* и *b*, феофитинов и каротиноидов, а также ХПС в почвах лесостепи.

Объектами исследования были выбраны гумусовые горизонты почв лесостепи Белгородской области: серо-гумусовый (AY) и элювиально-гумусовый (AEL) горизонты серой почвы (СП), темно-гумусовые горизонты (AU1 и AU2) темно-серой почвы (ТСП), темно-гумусовые горизонты (AU1 и AU2) чернозема миграционно-мицелярного (ЧММ) и пахотные горизонты (PU1 и PU2) агрочернозёма миграционно-мицелярного (АЧММ), а также гумусовый горизонт ([AUca]) погребенного чернозема из Скифского городища (ПГ СГ), расположенного вблизи ПГТ Борисовка.

Пигменты выделяли из почвенных образцов 90 % раствором ацетона, отношение почва:раствор было равно 1:10 (Козырев, 1991). Содержание пигментов: хлорофиллов *a* и *b*, а также каротиноидов определялось на основе величин оптических плотностей растворов ацетона при $\lambda = 470$, 646 и 663 нм:

$$C_{хл.\,a}\ [мг/кг\ почвы] = 122.1 \cdot D_{663} - 28.1 \cdot D_{646},$$

$$C_{хл.\,b}\ [мг/кг\ почвы] = 201.3 \cdot D_{646} - 50.3 \cdot D_{663},$$

$$C_{кар.}\ [мг/кг\ почвы] = (10000 \cdot D_{470} - 3.27 \cdot C_{хл.\,a} - 100 \cdot C_{хл.\,b})/229,$$

где $C_{хл.\ a}$ – содержание хлорофилла *a*, $C_{хл.\ b}$ – содержание хлорофилла *b*, $C_{кар.}$ – содержание каротиноидов, D_{470}, D_{646} и D_{663} – оптические плотности при 470, 646 и 663 нм.

Содержание феофитинов ($C_{ф.}$) определяли сравнением оптических плотностей при λ = 665 нм исходных (D_{665}) и подкисленных ($D_{665к}$) исследуемых растворов ацетона:

$$C_{ф.}\ [мг/кг\ почвы] = (1.7 \cdot D_{665к} - D_{665}) \cdot 24.4/(0.7 \cdot D_{665к}).$$

Общее содержание хлорофиллоподобных соединений определяли на фотоэлектроколориметре в тех же ацетоновых вытяжках со светофильтром 660–670 нм:

$$C_{хпс.}\ [мг/кг\ почвы] = 132.6 \cdot E_{660–670},$$

где 13.26 – коэффициент пропорциональности, $E_{660–670}$ – приращение оптической плотности при λ = 660–670 нм (Аммосова и др., 1973).

В результате исследования нами было выявлено, что хлорофиллы *a* и *b* присутствовали только в AY серой почвы, AU1 темно-серой почвы и PU1 агрочернозёма миграционно-мицелярного, феофетин – в AY серой почвы и PU1 агрочернозёма миграционно-мицелярного, а каротиноиды – в ацетоновых вытяжках всех объектов. Иными словами, окраска ацетоновых вытяжек в большинстве случаев зависела только от каротиноидов. Между суммарным содержанием пигментов (хлорофиллов *a* и *b*, феофетина и каротиноидов) и общим содержанием хлорофиллоподобных соединений ($C_{хпс}$) была выявлена прямая тесная существенная взаимосвязь (r = 0.92).

Работа представлена д.с.-х.н., проф. А.И. Поповым.

УДК: 631.445.41:631.8:635.24

ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ТОПИНАМБУРА

Н.С. Хорохордина, Е.И. Назарова, К.А. Шептухин
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ им. императора Петра,
Inatashca123@mail.ru

Известно, что любое агротехническое воздействие на почву приводит к трансформации ее основных свойств. Резкие изменения происходят при внесении минеральных и органических удобрений, а также кальцийсодержащих мелиорантов. Представляет интерес изучить динамику физико-химических свойств почвы под действием удобрений и

мелиорантов на примере культуры топинамбура. Исследования технологии выращивания топинамбура достаточно актуальны в связи с широким внедрением продуктов его переработки, в частности инулина, в различные отрасли пищевой промышленности (молочная промышленность, производство детского питания и др.).

В качестве объектов исследования были использованы почвенные образцы слоя 0–20 см чернозема выщелоченного среднемощного, малогумусного, тяжелосуглинистого на покровных суглинках опытной станции ФГБОУ ВО Воронежского ГАУ. Изучались следующие варианты: контроль, варианты с внесением 20 т/га навоза – фон, $N_{60}P_{60}K_{60}$ и $N_{120}P_{120}K_{120}$ на фоне навоза, а также с применением кальциевого мелиоранта – дефеката на фоне навоза. В почвенных образцах были определены актуальная и потенциальная кислотности, сумма обменных оснований, гумус, рассчитана степень насыщенности почв основаниями по стандартным методикам. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Физико-химические свойства анализируемых почвенных образцов.

Вариант	pHвод	pHсол	Hг, мг-экв/100 г	S, мг-экв/100 г	V, %	Гумус, %
Май						
Контроль	5.93	5.22	4.64	25.08	84.39	3.69
Фон	5.95	5.25	4.82	24.42	83.52	4.06
NPK+фон	5.14	4.54	5.71	23.48	80.44	4.80
2NPK+фон	5.17	4.31	5.43	24.13	81.63	4.46
Дефекат+фон	6.97	5.56	3.29	25.78	88.68	4.86
Сентябрь						
Контроль	5.86	4.96	5.52	24.68	81.72	3.67
Фон	5.43	5.08	5.36	24.31	81.93	4.08
NPK+фон	5.41	4.31	5.77	23.56	80.33	4.79
2NPK+фон	5.09	4.03	5.73	24.07	80.77	4.44
Дефекат+фон	6.94	5.52	3.41	25.34	88.14	4.87

На основании полученных результатов установлено, что внесение минеральных удобрений приводит к подкислению почвенного раствора, о чем свидетельствуют минимальные значения актуальной и обменной кислотности, а также максимальные – гидролитической. На вариантах с внесением NPK отмечаются низкие значения суммы обменных оснований, и, как следствие, степени насыщенности почв основаниями. Наибольшее снижение содержания гумуса отмечается на вариантах с внесением одинарной и двойной доз минеральных удобрений. Более благо-

приятные физико-химические свойства формируются при внесении органических удобрений и кальциевого мелиоранта.

За период вегетации с мая по сентябрь происходят изменения анализируемых свойств почвы. По всем вариантам опыта отмечается снижение pH водной и солевой вытяжек, а также суммы обменных оснований. Значение гидролитической кислотности возрастает, снижается степень насыщенности почв основаниями. Содержание гумуса снижается на вариантах с минеральными удобрениями и возрастает на вариантах с применением навоза и дефеката.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доцентом кафедры агрохимии и почвоведения Е.С. Гасановой.

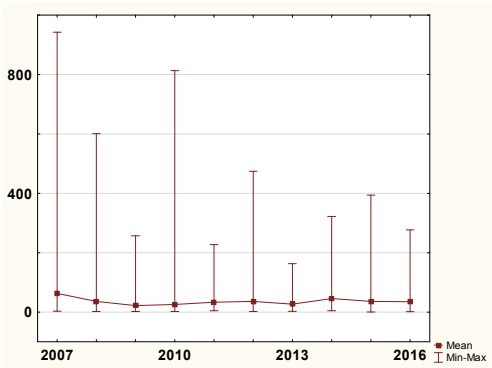
УДК 504.05

СВИНЕЦ, ЦИНК И МЕДЬ В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ МОСКВЫ

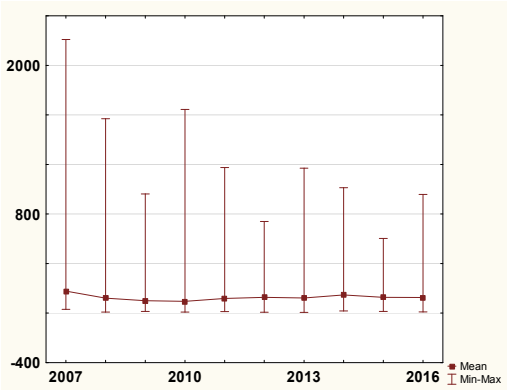
А.Г. Цыхман
МГУ им. М.В. Ломоносова, angelagadjikerimova@mail.ru

Загрязнение почв Москвы и других мегаполисов тяжелыми металлами (ТМ) в настоящее время приобрело повсеместный характер. Основными источниками загрязнения являются автомобильный транспорт (выхлопные газы, истирание металлических деталей и шин), промышленные предприятия, а также неутилизированные промышленные и коммунально-бытовые отходы. Рост числа автомобильного транспорта в Москве на 8–10 % в год и увеличение численности населения города на 1.2 млн чел за последние 10 лет подвергают окружающую городскую среду мощному антропогенному прессу.

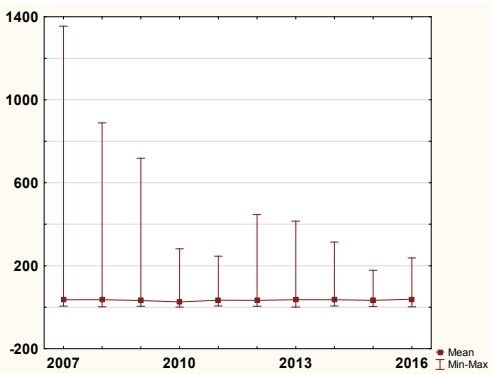
Впервые мониторинговые наблюдения за экологическим состоянием городских почв Москвы начали проводиться в 1976 г. в ИМГРЭ под руководством Ю.Е. Саета (Геоэкологические проблемы Новой Москвы, 2013). С 2007 г. и по настоящее время эти полномочия переданы ГПБУ «Мосэкомониторинг», чьи данные и послужили основой представленного исследования. Цель работы – анализ содержания Pb, Zn, Cu в почвенном покрове Москвы за десятилетний период (2007–2016 гг.). Изучаемые ТМ относятся к высоко и умеренно опасным. Ежегодно почвенные образцы из поверхностного (0–10 см) горизонта отбираются с 200–300 площадок, всего нами проанализировано 2236 точек. Анализ проб на содержание ТМ выполнен приближенно-количественным спектральным методом. Эколого-геохимическая оценка почв проводилась путем сравнения с ПДК (ГН 2.1.7.2041-06).



Pb



Zn



Cu

Рисунок. Средние (соединены линией), минимальные и максимальные содержания ТМ в поверхностном горизонте почв Москвы.

На графиках отражена динамика содержания Pb, Zn, Cu в городских почвах. Установлено, что средние значения изучаемых элементов за десятилетний период изменились незначительно, а максимальные значения понизились в несколько раз.

Ситуация в транспортной функциональной зоне города в связи с активным ростом числа автомобилей вызывает особый интерес. Среднее содержание Cu в почвах за период с 2007 по 2016 г. выросло с 28 до 40 мг/кг, а среднее содержание Zn понизилось со 198 до 119 мг/кг, как и содержание Pb – с 50 до 37 мг/кг. Такие данные свидетельствуют об улучшении экологического состояния почв вдоль транспортных артерий, что может быть вызвано запретом на содержащие свинец присадки в бензинное топливо.

Сравнение с ПДК показало, что в 2007 г. норматив по Cu (55 мг/кг) был превышен в 8.7 % точек, а в 2016 г. – в 16.5 % точек, т.е. площади загрязнения Cu продолжают увеличиваться. В 2007 г. норматив по Zn (100 мг/кг) был превышен в 69.3 % изучаемых точек, в 2016 г. эта цифра понизилась до 47.3 %. По Pb также наблюдалось снижение частоты превышения норматива (32 мг/кг) – с 59.2 % в 2007 г. до 33.9 % в 2016 г.

Выявлены наиболее загрязненные площадки опробования, расположенные: на ул. Ротерта, д.6 ($Cu_{24.6}Pb_{9.5}Zn_{7.4}$, нижние индексы – кратность превышения ПДК); по Электролитному пр-ду ($Cu_{16.1}Zn_{15.7}Pb_{4.9}$); на Старомарьинском ш., д.13 ($Pb_{110.6}Cu_{11.1}Zn_{11.0}$).

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

УДК 631.4

ПОЧВЫ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ КАК ПРЕТЕНДЕНТЫ НА ВКЛЮЧЕНИЕ В КРАСНУЮ КНИГУ ПОЧВ ПЕРМСКОГО КРАЯ

Е.А. Шутова
Пермский государственный национальный исследовательский университет, shuutova@gmail.com

Основная задача охраны почв – сохранение наибольшего разнообразия естественных почвенных разностей, структур почвенного покрова и их биоценозов.

Претендентами на включение в Красную книгу почв называют палеопочвы и почвы археологических памятников как уникальные природные объекты в структуре региональных Красных книг почв [1].

Рассматривая вопрос в практическом плане, можно отметить, что в настоящее время, в Красной книге почв РФ им уделяется мало внимания: так, палеопочвы как объекты особой охраны описаны в 5 регионах, почвы археологических памятников – в 7. Исключением является Челябинская область с городом-крепостью Аркаим, где многочисленные работы почвоведов послужили основой для формирования методологии почвенно-археологических исследований [1].

На территории Пермского края на данный момент насчитывается более 1000 археологических памятников, находящихся в разных природных зонах. Существенного внимания как объектам особой охраны им не уделяют, в почвенном отношении они изучены достаточно слабо [2]. Почвенный покров каждого археологического памятника как естественно-исторический объект обладает определенными специфическими характеристиками, позволяющими использовать его для палеоэкологических исследований, реконструкции климатических условий и т.д. Кроме того, эти почвы содержат предметы материальной культуры, которые дают информацию о быте и хозяйственной деятельности древних народов.

Нами были проведены исследования почв на трёх археологических памятниках Пермского района: Кала-Урын, Гляденовское городище, Мокинский могильник. Все могильники приурочены к периоду раннего железного века (III–IV вв.) и содержат информацию о культуре народов Прикамья.

Описанные почвенные профили археологических памятников имеют сложное строение, сочетающее в себе систему естественных, погребенных, насыпных и турбированных горизонтов. В почвах содержатся признаки деятельности человека (керамика с 40 см, костища), а также четко прослеживаются слои со следами пожаров, переувлажнения и подтопления территории. Проведенный анализ показал, что почвы обладают реакцией среды от нейтральной до сильнокислой; содержание органического углерода повышено, по сравнению с природными фоновыми показателями.

В результате исследований пришли к выводу, что изученные почвы являются ценным объектом археологии, т.к. благодаря хранящейся в них информации можно проследить как изменялся быт и культура народов Прикамья в III–IV вв., провести реконструкцию климатической обстановки с использованием палинологических методов, что поможет объяснить причины переселения древних народов. По результатам проведенных работ нами подготовлены паспорта ценных почвенных объектов для включения в Красную книгу почв.

Литература

1. *Герасимова М.И., Богданова Е.Д., Никитин Е.Д.* Географо-генетические аспекты «Красной книги почв» // Вестник Моск. ун-та. Сер. 17, почвоведение. 2014. № 2

2. *Мингалев В.В., Перескоков М.Л.* Результаты охранных раскопок Мокинского могильника III–VI вв. в Пермском Прикамье // Проблемы сохранения и использования культурного наследия. – Екатеринбург: Изд-во Горбуновой, 2014. С. 255–261.

Работа рекомендована к.б.н., доц. И.Е. Шестаковым.

Секция II

Рекультивация и ремедиация почв

УДК 504.054, 631.416.9

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ И БЕНЗ(А)ПИРЕН В ПОЧВАХ ГОРОДА АЛУШТЫ

Л.А. Безбердая
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
lilia_8888@mail.ru

Интенсивное развитие туристической деятельности в Крыму вызывает необходимость изучения экологического состояния приморских курортных городов, являющихся также и агропромышленными центрами, качество продукции которых зависит от содержания поллютантов в почвах. В курортных городах, где нет крупной промышленности, главную экологическую опасность представляет автотранспорт, поставляющий в окружающую среду большое количество наиболее опасных загрязнителей – тяжелых металлов (ТММ) и бенз(а)пирена (БП). Распространенным объектом экологического мониторинга загрязнения окружающей среды многих городов являются частицы диаметром < 10 мкм (PM_{10}) в атмосферном воздухе, которые аккумулируют до 20–40 % содержания большинства поллютантов в почвенном покрове городских ландшафтов, представляя потенциальную экологическую опасность для городских жителей.

В качестве экологического пилотного проекта Крымской комплексной экспедиции Русского географического общества стало исследование территории г. Алушты, где функционирует 83 предприятия санаторно-курортной сферы общей вместимостью 26.3 тыс. мест. Цель работы – оценить техногенное влияние транспорта и промышленных объектов на загрязнение почвенного покрова Алушты. Для этого изучены особенности накопления ТММ и БП в городских почвах и их фракции PM_{10}. Детальные эколого-геохимические исследования города проводились впервые в июне 2016 г. в южной части Крымского полуострова на территории г. Алушты, где значительный вклад в загрязнение города вносят предприятия теплоэнергетики, пищевой промышленности, производство строительных материалов. Однако главным источником загрязнения окружающей среды города является транспорт, в том числе, транзитный, поставляющий в окружающую среду большое количество поллютантов.

В поверхностных горизонтах почв накапливаются Sr, Pb, Zn, Cu, Sb. Для частиц PM_{10} по сравнению с почвами в целом характерно увеличение содержания практически всех ТММ, кроме Mo и Sr, концентрирующихся преимущественно в более крупных фракциях. Проведено

функциональное зонирование города с выделением транспортной, промышленной, селитебной, селитебно-рекреационной, рекреационной и агрогенной зон. В зависимости от использования территории изменяется интенсивность накопления многих ТММ – почвы разных функциональных зон характеризуются своей геохимической специализацией. Наиболее загрязненными являются почвы транспортной зоны и фракция PM_{10} селитебно-рекреационной зоны, что связано с большим количеством туристов и интенсивным транспортным потоком. Суммарное загрязнение почв ТММ характеризуются низким неопасным уровнем.

Среднее содержание БП в городских почвах в целом составляет 60.3 нг/г, что превышает фон в 121 раз, а ПДК в 3 раза. Наибольшая аккумуляция БП выявлена в почвах транспортной зоны из-за эмиссии выхлопных газов, содержащих БП как продукт неполного сгорания топлива, а наименьшее – агрогенной зоны. К зоне чрезвычайной экологической опасности относится около 25 % территории. Во фракции PM_{10} из-за повышенной сорбционной способности более мелких частиц среднее содержание БП составило 72.9 нг/г, что в 146 раз выше фона и в 3.6 раз ПДК.

Таким образом, при экологическом мониторинге состояния окружающей среды Алушты и других городов республики Крым в первую очередь необходимо контролировать содержание БП, а также ТМ (Sb, Zn, Cd, Pb, Cu, Sr), особенно в мелких частицах (PM_{10} и мельче), способных проникать в организмы и накапливаться в дыхательных путях, оказывая негативное воздействие на здоровье.

Работа рекомендована к.г.н. Д.В. Власовым.

УДК 635.928:582.542.11:631.4:622.276

РОСТ И РАЗВИТИЕ ГАЗОННЫХ ТРАВ НА ПОЧВАХ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

С.А. Британ
Пермский государственный аграрно-технологический университет,
sebritan@yandex.ru

Известны установленные законодательством нормативы содержания нефтепродуктов в почве (Приказ министерства природных ресурсов РФ № 574, 2002). Так, в соответствии с ними, на почвах минерального происхождения, к которым относятся дерново-подзолистые, допускается 0.5–1.0 % концентрация нефтепродуктов (в пересчёте на массу 50–100 г/кг). Бузмаков С.А. и Башин Г.П. (2004), установили, что для подзолистых почв, наиболее уязвимых из распространённых на тер-

ритории РФ, что уровень загрязнения нефтепродуктами может ранжироваться на четыре группы. Токсические свойства нефтепродуктов начинают проявляться с концентрации 7.0–22.0 г/кг почвы.

При оценке роста и развития газонных трав, среди природных факторов наиболее существенен тип преобладающего почвообразующего процесса. Главным антропогенным фактором, определяющим плодородие почвы, является концентрация поллютанта. Среди других важных факторов – быстрота проведения рекультивационных работ и агротехническое состояние загрязнённых земель.

Цель нашего исследования – выяснить уровень загрязнения почвы нефтепродуктами, при котором рост и развитие газонных трав происходит без отрицательного влияния нефтепродуктов.

Объектами исследования были два вида газонных трав: овсяница красная и мятлик луговой. Был заложен опыт с 4-мя вариантами загрязнения почвы нефтепродуктами и контролем. Семена газонных трав высевали в вегетационные сосуды размером 15×20 см. Измерения морфометрических показателей проводили на 55-ый день после появления всходов.

Результаты учета длины и площади листовой пластинки овсяницы красной и мятлика лугового на почвах с разной степенью загрязнения нефтепродуктами представлены в таблице.

Таблица. Длина и площадь листовой пластинки газонных трав в зависимости от уровня загрязнения почвы нефтепродуктами.

№	Название варианта	Длина листа, M±m, мм	V, %	Площадь листовой пластинки, мм^2	V, %
Овсяница красная					
1	Почва + нефть 5 г/кг	87.9±1.7	4.5	426.2±38.2	19.7
2	Почва + нефть 10 г/кг	91.6±2.1	5.5	344.5±37.6	16.2
3	Почва + нефть 30 г/кг	61.0±1.8	4.9	282.5±40.6	18.5
4	Почва + нефть 50 г/кг	34.8±2.0	5.4	136.1±37.4	17.7
5	Почва (Фон)	97.3±2.0	3.3	438.8±32.8	17.0
Мятлик луговой					
1	Почва + нефть 5 г/кг	77.5±1.1	3.7	209.4±16.1	16.1
2	Почва + нефть 10 г/кг	77.5±1.2	3.1	213.5±12.4	15.7
3	Почва + нефть 30 г/кг	42.2±1.0	3.1	128.1±13.4	17.1
4	Почва + нефть 50 г/кг	30.3±1.1	3.5	54.8±12.3	14.2
5	Почва (Фон)	81.2±1.2	3.6	211.8±13.8	16.8

Установлено, что овсяница красная и мятлик луговой оказались устойчивы к небольшой степени загрязнения почвы (1 и 2 вариант). Достоверно угнетающее действие на рост и развитие газонных трав наблюдалось в 3-ем и 4-ом вариантах опыта. Предельно допустимая концентрация нефтепродуктов в почве (50 г/кг) почти в 3 раза замедляет темпы роста листьев изученных видов.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Н.Л. Колясниковой.

УДК 502.171

ОЦЕНКА РЕКУЛЬТИВИРУЕМЫХ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

А.М. Веселова
Санкт-Петербургский государственный университет,
anastasiavess@gmail.com

Аварийные разливы нефти являются актуальной темой в современном мире. Ремедиация почв после разливов нефти, особенно в России, приобретают все большую остроту. Нефть негативно влияет на рост, метаболизм и развитие растений, меняет химические, физические и биологические свойства почв, что обусловливает необходимость восстановления почвенно-растительного покрова. Наиболее эффективным приемом восстановления является комплексная рекультивация нарушенных территорий с обязательным включением биологических методов. Однако процесс ремедиации, проводимый компаниями по добыче нефти, часто сводится к перекапыванию пропитанной нефтью почвы или засыпанию ее песком. После десятков лет такой практики большая часть естественной растительности в районе разлива гибнет. А восстановление природы в суровых субарктических и арктических условиях займёт десятки, а иногда и сотни лет.

Данное исследование является частью комплексной оценки состояния почв и растительности участков разливов нефти разной давности месторождений, находящихся на территории Ямало-Ненецкого автономного округа, и посвящено изучению физико-химических свойств почв. Обследованы 8 участков разливов нефти разной давности в пределах Комсомольского, Тарасовского и Барсуковского нефтяных месторождений, находящихся в эксплуатации «РН Пурнетегаз». Для выявления влияния нефтезагрязнения на свойства почв и их токсичность, было отобрано и проанализировано 30 образцов. В них по общепринятым методикам было проведено определение физико-химических свойств, содержание общего органического углерода и азота, состава гумуса и токсичности.

Оценка экологического состояния исследуемых участков разливов нефти разной давности показала, что восстановление почвенного и растительного покрова при применении технического и биологического этапов рекультивации с одновременным использованием микробиологических препаратов и приемов фиторемедиации происходит достаточно быстро (4–10 лет). Исключение составляют участки с повторным загрязнением, восстановление и почв, и растительности на них происходит более медленно. Результаты изучения динамики экологического состояния нефтезагрязненных почв в процессе их восстановления вполне согласуется с данными геоботанического обследования.

Работа рекомендована к.с.-х.н. Е.Е. Орловой.

УДК 628.3+631.4+631.6

ВЛИЯНИЕ БИОКОКСА НА ОСНОВЕ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД НА СВОЙСТВА ПОЧВЫ И ЕЕ ПЛОДОРОДИЕ

А.В. Даньшина[1,2], Е.Р. Стрижакова[2]
[1]Пущинский государственный естественно-научный институт,
[2]Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, adanishina0906@gmail.com

В нашей стране на городских очистных сооружениях ежегодно образуется более 3 млн тонн осадков сточных вод в пересчете на сухой вес, то есть по 30–35 кг на каждого жителя. Это создает серьезную проблему их утилизации. Несмотря на множество полезных свойств осадка сточных вод, таких как высокое содержание биогенных элементов (углерод, фосфор, калий и т.д.), до сих пор не найден адекватный метод утилизации этих городских отходов, занимающих второе по объему место после твердых бытовых отходов (ТБО). В настоящее время осадок сточных вод утилизируется либо путем вывоза на полигоны для хранения ТБО, либо путем полного сжигания на специальных установках. В ряде стран Европы построены илосжигатели, где основной объем осадка утилизируется термически. В тоже время во многих городах почва в общественных местах (парки, скверы, спортивные площадки и т.д.) находится в критическом состоянии.

Компания «Активил» разработала подходы к производству биококса из осадка сточных вод в реакторе на основе многоподовой пиролизной печи. Его элементарный состав: 35 % C, 2 % N, 15 % P_2O_5, 8.5 % CaO, 2.7 % MgO, 1.3 % Al_2O_3, 4.6 % Fe_2O_3, общее содержание тяжелых металлов (в основном Zn>Cu>Cr>Pb) <0.35 %. Пористость биококса

составляет 40 %, удельный вес 0.8 г/см^3. Содержание полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в самом биококсе лишь незначительно превышает допустимый уровень в почве.

Основной целью данной работы было изучение влияния дробленого биококса (2–5 мм) на содержание в почве доступных биогенных элементов и рост растений райграса (*Lolium perenne*), а также накопление в почве и растениях тяжелых металлов. Испытания биококса в качестве почвенного мелиоранта проводились с двумя типами бедных почв: суглинистая серая лесная (СЛ) и песчаная аллювиальная луговая (АЛ). В почву был внесен биококс (в виде гранул 2–5 мм) в количествах от 2 до 20 %. После этого сосуды засевали райграсом, который выращивали в условиях теплицы в течение 4 месяцев. Зеленая часть райграса была срезана 3 раза в течение этого периода, и в конце эксперимента корни были извлечены из почвы, промыты, высушены и взвешены. Затем содержание доступных биогенных элементов и тяжелых металлов в почве определялись стандартными методами.

Экспериментальные данные показали, что внесение биококса в почву привело к следующим положительным изменениям: при внесении в почву биококса в количестве 1–5 % содержание доступного фосфора и калия увеличилось до уровня высокой обеспеченности в зависимости от исходного уровня их содержания. В результате общая зеленая масса райграса увеличилась на 30–32 %, а масса корней – на 54–120 % по сравнению с исходным контролем. Между тем, концентрации подвижных форм Zn и Pb (экстрагируемые ацетатно-аммонийным буфером, pH 4.8) незначительно увеличились по сравнению с контролем, но их концентрации в зеленой массе и корнях практически остались неизменными во всех вариантах.

Таким образом, наши результаты показали, что произведенный из сточного ила биококс является хорошим источником биогенных элементов (фосфора, калия и в меньшей степени азота), что указывает на перспективность применения биококса на основе ОСВ в качестве почвоулучшителя в проектах городского ландшафтного озеленения. Однако необходимы дополнительные эксперименты для более детального изучения влияния биококса на разные свойства почвы и ее плодородие.

Работа выполнена в рамках совместных исследований по НИР, проведенных в интересах ООО «Активил».

Работа рекомендована к.б.н., в.н.с. Г.К. Васильевой.

УДК 631.41

ЭКСТРАКЦИЯ БЕНЗ(А)ПИРЕНА ИЗ ПОЧВ ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ СУБКРИТИЧЕСКОЙ ВОДОЙ

Т.С. Дудникова, И.Г. Дерябкина, С.Н. Сушкова, А.В. Гимп, Е.М. Антоненко
Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского Южного федерального университета, Ростов-на-Дону
snsushkova@sfedu.ru

Бенз(а)пирен (БаП) – представитель полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), подлежащий обязательному контролю во всем мире, канцероген и мутаген 1 класса опасности. Процесс извлечения данного соединения из почв и других экологических объектов очень сложен, многостадиен и требует большого количества органических растворителей. Для целей экологического мониторинга на сегодняшний день широко применяются следующие аттестованные методики: 1. «Методика выполнения измерений массовой доли бенз(а)пирена в продовольственном сырье, пищевых продуктах и почве методом ВЭЖХ» – БСТ-МВИ-03-03 ПАУ. 2. «МУК по отбору проб из объектов внешней среды и подготовка их для последующего определения канцерогенных ПАУ» № 1424-76 [2]. 3. «Методика выполнения измерений массовой доли бенз(а)пирена в пробах почв, грунтов, донных отложений и твердых отходах методом ВЭЖХ с использованием анализатора жидкости «Флюорат-02 в качестве флуориметрического детектора» – ПНД Ф 16.1:2:2.2:3.39-03. Общим недостатком всех этих методик является большой расход экстрагентов, образование в процессе анализа больших объемов отработанных растворителей, требующих специфической утилизации, и длительность процедуры пробоподготовки. Задачей настоящего исследования является изучение возможности апробировать для процесса извлечения БаП из почв инновационные технологии с использованием субкритической воды, что позволит в будущем: упростить процесс экстракции БаП из почв: полностью исключить использование органических растворителей на стадии извлечения БаП из почв.

Метод экстракции субкритической водой (водой в предкритическом состоянии: температура ниже 374 °С и давление ниже 218 атм) основан на прохождении через образец почвы воды при температуре 250 °С и давлении 100 атм, с последующим извлечением БаП из водного экстракта гексаном. Нами определены оптимальные условия экстракции БаП из почвы: обработка почвы водой при температуре 250 °С и давлении 100 атм в течение 30 мин. Результаты опыта с внесением растворов заданной концентрации БаП в почву показали, что метод экс-

тракции субкритической водой позволяет извлекать в среднем 96 % от общего содержания поллютанта в почвах. Это более чем на 20 % превышает результат, достигаемый методом омыления. В ходе эксперимента было установлено, что при понижении температуры воды до 230 °С степень извлечения БаП уменьшается на 38 %. Это может быть объяснено изменением величины диэлектрической проницаемости, что и определяет поведение воды в данных условиях, как органического растворителя. При повышении температуры до 260–270 °С степень извлечения составляет 50 %, что в свою очередь может быть связано с частичным разложением БаП.

Таким образом, в данной работе проведена разработка и апробация метода экстракции БаП из почв субкритической водой с расходом гексана 15 мл для переэкстракции БаП на одну пробу и временем экстракции 30 мин. Преимущества данного метода заключаются в экологической чистоте и меньшей трудоемкости анализа, а также в большей степени извлечения БаП (до 96 %) по сравнению с традиционным методом, основанным на экстракции органическими растворителями.

Работа поддержана грантом РФФИ 16-35-60051, 16-35-00347, грантом Президента МК-3476.2017.5.

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

УДК 631.85:631.811:581.1

МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ГАЗОННЫХ ТРАВ, ИСПЫТЫВАЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ РЕАГЕНТОВ

И.И. Дурягина
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
du_family@mail.ru

В настоящее время в России активно используют противогололедные реагенты (ПГР). При очищении дорог и тротуаров смесь снега и льда с солевым раствором реагентов попадает на газон. О влиянии ПГР на окружающую среду, в частности, на почву и растения ведутся многочисленные дискуссии, как на общественном уровне, так и на уровне городских руководящих структур. Воздействие реагентов на рост и развитие газонных трав изучено не достаточно. С учетом физиологических потребностей растений не разработаны меры их агрохимической поддержки для успешного функционирования газонов в летний период и перезимовке под воздействием ПГР.

В предварительных исследованиях было показано, что при применении ПГР происходит угнетение газонных трав. Одним из факторов угнетения растений является уменьшение количества в почве доступного фосфора и соответствующее снижение содержания этого элемента в растениях. Предположительно, фосфор связывается в нерастворимые соединения с компонентами ПГР.

Для проверки данной гипотезы проводили исследование, целью которого была оценка воздействия на газонные травы ПГР, а также изучение влияния фосфорных удобрений и диатомита на газонные растения при применении ПГР.

Объектом исследования была газонная смесь Ватерлесс фирмы Turfline. Смесь состояла на 80 % из семян Овсяницы тростниковой (*Festuca arundinacea* L.), на 10 % – Мятлика лугового (*Poa pratensis* L.), оставшиеся 10 % – семена Райграса пастбищного (*Lolium perenne* L.).

В качестве агрохимических средств применяли двойной суперфосфат $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$, фосфоритную муку $Ca_3(PO_4)_2$ и природный кремнесодержащий минерал диатомит. ПГР − бишофит $MgCl_2$. Вегетационный опыт состоял из 8-ми вариантов в 4-х повторностях. 4 контрольных варианта с внесением в соответствующие варианты ПГР и диатомита и 4 варианта с внесением фосфорных удобрений с добавлением диатомита и ПГР.

В растениях после озоления в серной кислоте определяли азот методом Кьельдаля, фосфор − колориметрически с окраской по Дениже, калий − на пламенном фотометре, углеводы − колориметрическим методом с пикриновой кислотой. Определение водоудерживающей способности (ВУС) проводили по методу «завядания» по А. Арланду.

В торфогрунтах определяли pH и NO_3^- ионометрически, фосфор – по Дениже, калий и натрий – на пламенном фотометре, кремний – колориметрически.

По итогам проведенного исследования было показано, что травосмесь Ватерлесс фирмы Turfline оказалась устойчивой к солевой нагрузке противогололедных реагентов в количествах, соответствующих «Технологии зимней уборки объектов дорожного хозяйства г. Москвы». При применении ПГР в количествах, которые не превышали нормы, установленные для г. Москвы, угнетения развития растений не наблюдалось, однако снижалась ВУС газонных трав, что уменьшало их засухоустойчивость. В растениях на вариантах с применением ПГР происходило увеличение содержания углеводов, выполняющих защитную роль в механизме солеустойчивости растений. В вариантах опыта с внесением ПГР наблюдалась тенденция к снижению фосфорного обмена у

растений (содержание фосфора в растениях (%) и вынос фосфора (г) меньше, чем в вариантах без применения реагента). Применение фосфорных удобрений в виде двойного суперфосфата и фосфоритной муки совместно с диатомитом восполняло содержание фосфора в газонных травах при применении ПГР. При применении ПГР наблюдалось снижение содержания калия в газонных травах, а на фоне с диатомитом поглощение калия увеличивалось.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Н.В. Верховцевой.

УДК 631.42

МОНИТОРИНГ ПОЧВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ GPS

Э.Э. Дууза
Тувинский государственный университет, г. Кызыл, eduuza@mail.ru

В сельском хозяйстве XXI века для рационального использования земель сельскохозяйственного назначения, получения высоких урожаев, сохранения и повышения плодородия, а также для эффективного применения удобрений нужно иметь точные сведения о состояния почвенного плодородия. Поэтому, при проведении агрохимического обследования и картографирования почв актуальным становится использования специализированных программ с фиксированием географических координат с помощью GPS-навигаторов. Эти программы позволяют сканировать схемы внутрихозяйственного землеустройства, картограммы, а также постоянно пополнять банк новыми агрохимическими данными. Проведение мониторинга плодородия почв позволит выявить все негативные причины в земледелии, создать информационный ресурс, а также разработать мероприятия по сохранению плодородия почв и увеличению продуктивности сельскохозяйственных культур.

Объектами исследований послужили почвы пахотного, залежного, сенокосного и пастбищного использования. Обследование проведено в 2017 г. на сельскохозяйственных полях с. Ийме, Баян-Тала, Хайыракан и Бажын-Алаак Дзун-Хемчикского района Республики Тува. Агрохимическое обследование почв земель сельскохозяйственного назначения автор проводил со специалистами ФГБУ ГС агрохимической службы «Тувинская» в соответствии с методическими указаниями 2003 г. по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения.

Вначале обследования почв на исследуемой территории формируются элементарные участки одинакового размера и равномерной расстановкой точек с заданным шагом, а также, чтобы они имели однородный почвенный состав и не выходили за границы контуров полей. Точки отбора проб загружены в память навигационного приемника для последующего использования в процессе полевых работ.

Отбор проб проводился с использованием GPS-навигатора с установлением географических координат в точках отбора. В начале пути участка в навигаторе включаем функцию «Пути» – находим центр начала пути, оттуда начинаем ставить отметки, где проводится отбор почвенного образца. Таким образом, на поле в координатной системе отбираются почвенные образцы.

Отобранные почвенные образцы доставляются в лабораторию, где проводятся химические анализы почвенных образцов по основным показателям плодородия: гумус, подвижный фосфор, обменный калий, кислотность почв, микроэлементы, тяжелые металлы. Полученные результаты анализов точечных объектов карты являются исходными данными для построения матриц качества агрохимических показателей почвы, которые хранятся в памяти программы. Данные агрохимического обследования и агрохимических анализов обрабатываются, подготавливаются в виде картографического материала на электронных и бумажных носителях. Построенные матрицы по всем показателям почвенного плодородия служат для быстрого получения полной информации по каждому полю. Поэтому, при применении технологии точного земледелия все данные могут быть переданы для загрузки в бортовые компьютеры сельскохозяйственной техники или в навигационные устройства.

Таким образом, систематизация и хранение результатов агрохимического обследования на электронных носителях позволит пользователю, даже не знакомому с обработкой спутниковых данных, получить различную информацию по почвенному плодородию, необходимую для решения экологических, землеустроительных, сельскохозяйственных и природоохранных задач привязанных к пространству (широта и долгота) и времени.

Работа рекомендована д.б.н., проф. ТувГУ В.Н. Жулановой.

УДК 631.10

К ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТАЦИОНАРА РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА

В.О. Евдокимова
Российский государственный аграрный университет имени К.А. Тимирязева, valeria.evdockimova@yandex.ru

Почвы, будучи компонентами очень тонко сбалансированных природных экосистем, находятся в динамическом равновесии со всеми другими компонентами биосферы. Однако при использовании в разнообразной хозяйственной деятельности почвы часто теряют природное плодородие или даже полностью разрушаются. В районах с высокой концентрацией промышленного производства антропогенная нагрузка на почвы стала не только соизмерима с интенсивностью почвообразовательного процесса, но и значительно его превышает.

Оптимизация площадей залежных территорий и посевных площадей не только по количеству, но и по качеству земель, уже сейчас требует больших усилий и материально-финансовых затрат. Каждый год промедления с решением этой проблемы потребует все больших затрат и может привести к необратимым последствиям. Для решения этой задачи необходимо безотлагательное проведение инвентаризации залежных земель, агроэкологической оценки, ранжирования и трансформации их в те или иные угодья в соответствии с почвенно-климатическими и ландшафтными условиями. По данной проблематике имеются все необходимые научные разработки, позволяющие создать методические руководства по проведению проектно-изыскательских работ, в особенности, на территории экологических стационаров.

Результаты проводимых исследований важны для создания детального и систематизированного представления о состоянии почвенного покрова опытного поля на территории экологического стационара РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Результаты исследований могут быть использованы для создания на исследуемой территории реперного участка. Закладка реперного участка позволит решать проблемы земледелия и экологии, специфические для конкретной почвенно-климатической зоны. Подобные участки обеспечивают мониторинг гумуса, содержания и круговорота питательных веществ, особенно микроэлементов, а также динамику загрязненности почвы тяжелыми металлами, другими токсикантами и вредными для биосферы и человека веществами.

Работа рекомендована к.б.н., доцентом Т.М. Джанчаровым.

УДК 631. 4

МОНИТОРИНГ И ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ЮГЕ И ВОСТОКЕ КАЗАХСТАНА

Д.П. Екейбаева, М.Б. Абдрешева, М.А. Маликов
Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова, diya_993@mail.ru

Объектом исследования являются рекультивированные и естественно восстанавливающиеся территории техногенно-нарушенных земель на юге (Шымкентский карьер по добыче строительных материалов и техногенно-нарушенные земли фосфоритовых месторождений) и востоке (рекультивированные отвалы свинцово-цинковых месторождений Зыряновска и Тишинки в г. Риддер Восточно-Казахстанской области) Казахстана. Все перечисленные объекты находятся в различных природно-климатических условиях, были применены различные технологии рекультивации в зависимости от состава элювия месторождений, способа выработки добываемых рудных и нерудных ресурсов. Оценка эффективности рекультивационных работ в различных природно-климатических условиях юга и востока Казахстана на основе сравнения степени восстановления устойчивого почвенно-растительного покрова на перечисленных объектах с естественными ландшафтами являются актуальными. Цель работы – оценить эффективность рекультивационных работ и степень восстановления почвенно-растительного покрова на рекультивированных землях месторождений на юге и востоке Казахстана.

Морфологические описания показали, что по истечении пострекультивационного периода и естественного зарастания нарушенных земель на юге и востоке Казахстана насыпные почвогрунты, отвалы рудных и нерудных месторождений приобрели определенное сложение и проявились первичные признаки почвообразования. Процессы почвообразования прослеживаются по сложению, окраске и дифференциации карликовых горизонтов. По профилю молодых почв происходит скопление илистых и пылеватых фракций и происходит уплотнение второго нижележащего горизонта, формируя иллювиальный горизонт «В» вследствие трансформации почвогрунтов, процесса лессиважа и начала процесса почвообразования. За пострекультивационный период промышленных отвалов идут начальные процессы почвообразования и

формирование сжатых, укороченных генетических горизонтов. Аналитические данные показали, что в почве концентрация тяжелых металлов превышают ПДК, приоритетными элементами загрязнения являются свинец и цинк. Результаты по содержанию гумуса на рекультивированных участках свидетельствуют, что процессами почвообразования затронуты верхние слои почвогрунтов отвала. Содержание гумуса постепенно увеличивается в верхнем слое, приближаясь к значениям исходной черноземной почвы и превышает содержание в суглинистой породе, уменьшаясь в нижних горизонтах. В «молодых почвах», формирующихся за пострекультивационный период отмечается накопление питательных элементов в процессе почвообразования, но фосфора недостаточно. Следовательно, при рекультивации нарушенных земель необходимо применение минеральных фосфорных удобрений. Зольный анализ показал, что корневая система растений имеют наибольшую зольность. В золе растений представлены все органогенные элементы, а также элементы техногенного происхождения. Растения участвуют в почвообразовании, образуя мелкую минеральную фракцию, и обогащают субстрат зольными элементами. Исследования микрофлоры пострекультивационных участков показали, что в почвогрунтах микроорганизмы представлены множеством актиномицетов, меньшим числом грибной флоры. Отмечается разнообразие в количественном и качественном отношении наличия панцирных клещей и коллембол в зависимости от гидротермических условий и разнообразия почвогрунтов. Ранее проведенные исследования на рекультивированных участках свидетельствуют о восстановлении почвенно-экологических функции по аккумуляции и миграции гумусовых веществ и прослеживаются положительные тенденции в оценке эффективности, значимости экспериментальных исследовательских работах в научном и практическом плане. По степени естественного зарастания за пострекультивационный период по объектам юга и востока Казахстана составлены карты-схемы.

УДК 502/504

ВЛИЯНИЕ НАТУРАЛЬНЫХ СОРБЕНТОВ НА ДЕГРАДАЦИЮ НЕФТИ И АККУМУЛЯЦИЮ ПАУ В НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОЙ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ

Л.В. Зиннатшина[1,2], А.В. Даньшина[1,2], С.Н. Сушкова[3]
[1]Пущинский государственный естественно-научный институт,
[2]Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,
[3]Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,
l.zinnatshina@mail.ru

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) представляют собой высокомолекулярные органические соединения, структуру которых образуют соединенные между собой конденсированные углеродные циклы. Достаточно всего нескольких десятков нанограмм ПАУ для оказания на живой организм канцерогенного и мутагенного воздействия. Наибольшей опасностью по степени негативного воздействия на организм обладает бенз(а)пирен (БаП). Согласно российскому нормативу (ГН 2.1.7.2041-06) предельная допустимая концентрация (ПДК) бенз(а)пирена в почве вместе с фоновым уровнем составляет 20 нг/г, в то время как ежегодное поступление ПАУ, как естественного, так и антропогенного происхождения, в окружающую среду достигает десятков тысяч тонн. Попадая на поверхность почвы в составе нефти, ПАУ вовлекаются в процессы миграции веществ по почвенному профилю. Канцерогенные соединения из почвы переходят в ткани животных и растений, а затем и в организм человека.

Целью данной работы было изучить влияние ряда натуральных сорбентов на скорость деградации ПАУ в нефтезагрязненной почве и степень их аккумуляции в тканях растений. Почвенные образцы отделяли от корней и других включений, высушивали на воздухе и просеивали через сито с диаметром ячеек 1 мм. Растения клевера (*Trifolium pratense*), выращивали на очищаемой почве в течение 2 месяцев, затем вынимали из сосудов, тщательно очищали от почвенных частиц, высушивали на воздухе и измельчали на мельнице до размера частиц 1 мм. Измерение концентрации ПАУ в почвенных и растительных образцах осуществляли методом ВЭЖХ с флуоресцентным детектором.

Исследования показали, что фоновое содержание бенз(а)пирена в экспериментальной почве не превышает ПДК и составляет 7.4±1.1 нг/г. В контрольной загрязненной почве содержания бенз(а)пирена доходит до 75.0 нг/г, что превышает ПДК более, чем в 4 раза. Из всех изученных сорбентов на снижение содержания бенз(а)пирена в нефтезагрязненной почве наилучшим образом повлияло внесение биочара в дозе 2 %, что

привело к снижению содержания бенз(а)пирена до фонового значения. Внесение биочара в дозе 0.5 %, крапивы и цеолита в дозе 2 % приводит к снижению содержания бенз(а)пирена до 10–12 нг/г. В большинстве случаев концентрация ПАУ в тканях растений, выросших в почве с сорбентами оказалась ниже, чем в контрольной почве. В целом ПАУ аккумулируются в растениях в незначительных количествах.

Сорбенты способствуют образованию более тесного контакта микроорганизмов с субстратом и одновременно обеспечивают им защиту от токсичного воздействия ПАУ. Предполагается, что сорбенты также повышают поступление кислорода и питательных элементов к живым организмам и полевую влагоемкость почвы, что является лимитирующим фактором в процессе разложения углеводородов.

Работа выполнена при поддержке грантов: РФФИ № 16-05-00617, № 16-35-50089.

Работа рекомендована к.б.н., в.н.с. Г.К. Васильевой.

УДК 631.438.2

АКТИВНОСТЬ ЦЕЗИЯ-137 ПО ПРОФИЛЮ ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ В СОСНОВОМ ЛЕСУ ПОЙМЫ р. ОРЕДЕЖ

Е.Д. Иванов
Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации, evgeniy_ivanov2000@mail.ru

Ранее было установлено, что активность цезия в некоторых видах дикорастущих съедобных грибов, собранных в сосновом лесу, превышает допустимые значения в 4 раза (Иванов, XX Докучаевские …, 2017, с. 123). Для расчета коэффициентов накопления цезия-137 дикорастущими грибами был проведен предварительный анализ почвы в виде прикопки на глубину 20 см.

Территория соснового леса, хотя и расположена в месте доступном только с помощью плавсредств, охотно посещается местными жителями деревни Кремено, отдыхающими базы «Метростроя», которая находится рядом с плотиной Нижнеоредежской малой ГЭС и садоводами массива товариществ Чаща, расположенного выше по течению реки Кременка.

Установление факта превышения допустимых значений активности цезия-137 в дикорастущих съедобных грибах в лесном массиве, являющимся местом отдыха, сделало актуальным задачу детального изучения распределения цезия-137 в почве с целью уточнения тех почвенных горизонтов, которые служат депо этого радионуклида.

Цель работы – изучить распределение цезия-137 по профилю подзолистой почвы сформировавшейся под пологом соснового леса.

Материалы и методы. Сосновый лес находится на левом берегу р. Оредеж напротив места впадения р. Кременка (N 59°02.528′, E 030°31.423′, H 45 м). Почвенный разрез размером 1×2 м и глубиной 1.5 м был заложен рядом с пробной площадью, на которой проводится многолетнее наблюдение за плодовыми телами высших базидиальных грибов. Для измерения активности цезия-137 пробы почвы отбирались с шагом в 10 см до глубины 1.5 м. Измерение активности цезия-137 проводилось на приборе радиометр «Бета». Измерение проводилось в условиях толстого слоя. Почвенная проба высушивалась до постоянного веса.

Результаты и их обсуждение. Вероятнее всего, изучаемая почва сформировалась на аллювиальных отложениях р. Оредеж. Под маломощным слоем подстилки 1.5–2.5 см находится гумусовый горизонт мощностью 1.5–2.5 см, который переходит в светлый подзолистый горизонт, простирающийся до глубины 18–25 см. Далее следует светло-бежевый с оранжевым оттенком иллювиальный горизонт, который на глубине 1.3–1.4 м переходит в материнскую породу из белого влажного кварцевого песка.

Очес из *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. – Плеврозиума Шребера толщиной 2.5 см обладает активностью 208±21 Бк/кг.

Подстилка мощностью 1.5–2.5 см обладает активностью 268±27 Бк/кг. Далее в слоях почвы активность имела следующие значения: 0.05–0.1 м 39±4 Бк/кг, 0.1–0.2 м 31±3 Бк/кг, 0.2–0.3 м 52±5 Бк/кг, 0.3–0.4 м 52±5 Бк/кг, 0.4–0.5 м 62±6 Бк/кг, 0.6–0.7 м 55±6 Бк/кг, 0.8–0.9 м 55±5 Бк/кг, 1.0–1.1 м 47±5 Бк/кг, 1.2–1.3 м 48±5 Бк/кг. На глубине 1.4–1.5 м активность снижается до 34±4 Бк/кг.

Возможно, что обесцвечивание окраски этого горизонта и снижение активности происходит за счет того, что эта часть почвенного профиля промывается кислыми грунтовыми водами из ближайшего верхового болота в сторону р. Оредеж.

Таким образом, депо цезия-137 в почве является лесная подстилка и тонкий слой гумуса, в которых сосредоточена основная масса вегетативного мицелия грибов.

В дальнейшем при исследовании горизонтальной мозаичности распределения цезия-137 достаточно ограничиваться отбором почвенной пробы до глубины 10–20 см, поскольку будут охватываться те горизонты, в которых активность максимальна.

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

УДК 631.4

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ООПТ НА ПРИМЕРЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА «КОСТОМУКШСКИЙ»

Н.И. Карандашева, Е.Е. Калякина
Санкт-Петербургский государственный университет,
nat576125@yandex.ru

Исследования по данному вопросу проводятся на протяжении долгого времени разными группами исследователей. Охраняемые территории, такие как ООПТ Государственного природного заповедника «Костомукшский» (далее ГПЗ «Костомукшский») представляют интерес для исследования ввиду сохранности типичных природных комплексов, служащих эталоном. На территории России существует не так много объектов, направленных на охрану ландшафта, поэтому на территории ГПЗ «Костомукшский» проводится ежегодный мониторинг, который также включает в себя изучение почв.

Исследования проводились на основе данных, собранных на полуострове Куйккониеми в республике Карелия вблизи станции комплексного мониторинга ГПЗ «Костомукшский» в июне 2017 года, а также использовались данные предыдущих мониторинговых исследований. Почвы исследуемой территории относятся к бореальному поясу Европейской-Западно-Сибирской таежной зоны подзоны – глееподзолистых и подзолистых иллювиально-гумусовых почв северной тайги. Почвенный покров характеризуется сложной структурой, что связано с сильной расчлененностью рельефа, слабой дренированностью части территории, разнообразием почвообразующих пород. Основные типы почв в заповеднике – подзолы, подзолистые, болотно-подзолистые, органогенные. Подзолы в основном представлены иллювиально-железистыми типичными подтипами, которые формируются на моренным отложениям. Для них характерны сосново-еловые сообщества. Органогенные почвы представлены торфяно-глеевыми и торфяными почвами, которые формируются на маломощных отложениях. На исследуемой территории были отобраны пробы из 8 почвенных разрезов. Также на 22 точках пробы почвы отбирались методов «конверта» (методика ГОСТ 17.4.3.01-83) с площадки размером 20×20 м из поверхностных горизонтов с глубины 0–10 см (горизонт О) и из горизонта В. На базе комплексного мониторинга ГПЗ «Костомукшский» в полевой лаборатории и в лаборатории кафедры геоэкологии и природопользования Санкт-Петербургского государственного университета был проведен

анализ активной и обменной кислотностей почв потенциометрическим методом. Полевые лабораторные исследования показали, что актуальная кислотность почв находится в пределах от 3.47 до 6.39 единиц pH, а потенциальная – в пределах от 2.87 до 5.75. Анализ pH на камеральном этапе в лаборатории университета показал колебания актуальной кислотности в пределах 3.37 до 6.04, потенциальной кислотности в пределах от 2.60 до 5.72. Из этих данных видно, что реакция по профилю кислая или слабокислая, что характерно для территорий данной местности. Показатели горизонтов вымывания (элювиальные) имеют значения ближе к нейтральным величинам. Иллювиальные горизонты характеризуются высокими показателями кислотности в связи с накоплением элементов распада органических веществ. В рамках исследования также проводится определение тяжелых металлов методом атомно-абсорбционной спектрометрии (определение валового содержания и подвижных форм элементов).

На исследуемой территории увеличение кислотности почв и повышенное содержание форм тяжелых металлов может быть связано с атмосферными трансграничными западными переносами. Атмосферные переносы загрязняющих веществ, связанные с деятельностью горно-обогатительного предприятия, расположенного в 30 км на восток от ГПЗ «Костомукшский» не оказывают влияния на территорию. Ежегодный мониторинг данной территории позволяет отслеживать и регулировать сохранение ГПЗ «Костомукшский» как объект, вносящий большой вклад в поддержание экологического баланса в регионе.

Работа рекомендована к.г.н., доцентом Е.Ю. Елсуковой.

УДК 632.122

СОЛЕВАЯ НАГРУЗКА НА ПРИДОРОЖНЫЕ ГАЗОНЫ В ОКРЕСТНОСТЯХ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА

Е.А. Кингсеп
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
tatonka19@mail.ru

Москва – мегаполис с холодными зимами (в среднем –5.5–6.7 °С) и огромным автомобильным потоком. Средняя многолетняя норма осадков 700 мм, колебания составляют 354–891 мм (1920–2013 гг. соответственно), среднее значение 708 мм.

Для обеспечения мобильности транспорта необходимо удалять снег с проезжей части. Механическая уборка не может обеспечить бы-

строе удаление такого количества снега, поэтому приходится прибегать к противогололедным смесям (ПГС), понижающим температуру плавления снега и обеспечивающим удаление жидких осадков с проезжей части.

Отбор проб для анализа проводился на территории МГУ им. Ломоносова посезонно, на участках придорожных газонов в 20–30 см от дорожного полотна. Определялись величины pH талой воды и водной вытяжки по стандартной методике на pH-метре (HI 9025 micro-computer pH meter) электропроводность талой воды на *(pH/EG/TDS/Temperature Meter HI 991301)*, химический состав талой воды на приборе Капель-105. Обработка материалов проводилась с использованием пакетов Excel и Statistica 6.

Подводя итоги проведённых исследований мы получили следующие результаты:

Применение противогололедных реагентов наиболее существенно влияет на полуметровую зону, прилегающую непосредственно к дороге. Это выражается в запечатывании растительного и почвенного покрова жидкой грязью, летящей из-под колес, изреживании и изменении видового состава и проективного растительности. Такое воздействие часто приводит к необходимости ежегодного ремонта придорожных газонов.

Также pH почвы придорожной зоны газонов статистически значимо выше, нежели pH центральной части газона. Контрастность значений pH сильнее выражена для газонов при дорогах с большой транспортной нагрузкой.

В районе Университета талая снеговая вода с обочин газонов имеет хлоридно-натриевый состав, концентрация солей соответствует солоноватой и соленой градации.

Для талой воды определен коэффициент пересчета электропроводности (0.622) в содержание солей, что позволяет быстро анализировать пространственное распределение степени засоленности снега в пространстве.

На территории МГУ заметное увеличение засоленности почв придорожных газонов в слое 0–10 см наблюдается лишь в непосредственной близости от наиболее оживленных перекрестков. На основной территории почвы придорожных газонов соответствуют незасоленным.

При концентрации NaCl в воде, близкой к концентрации талой воды на обочинах, обнаруживается подавление прорастания трав (тимофеевки луговой и ежи сборной), часто использующихся для озеленения придорожных газонов. Однако при меньших концентрациях наблюдается стимуляция прорастания.

Работа рекомендована д.б.н., доц. В.П. Самсоновой.

УДК 579.64

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ УЛУЧШЕНИЕ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ИСКУССТВЕННЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ

О.Э. Кондакова
Институт леса им. В.Н. Сукачева ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия, koeandkoe@mail.ru

Почвы лесных питомников Сибири часто истощены и деградированы, в них повышено содержание патогенных форм микроорганизмов, в связи, с чем требуется применение современных микробиологических методов восстановления (биоремедиации) почв. Поэтому цель нашей работы – исследование влияния предпосевной обработки семян сосны обыкновенной (*Pinus silvestrys* L.) микробами-антагонистами на изменение основных показателей биогенности почвы.

На опытном лесопитомнике Погорельского стационара ИЛ СО РАН в течение пяти вегетационных периодов (2012–2016 гг.) проводили посев семян сосны обыкновенной, предварительно обработанных водными суспензиями штаммов-антагонистов: микромицетами р. *Trichoderma* (*harzianum*, *lignorum*, *longibrachiatum*), бактериями р. *Bacillus* (*Bacillus* sp., *subtilis*, *amyloliquefaciens*), *Pseudomonas* sp., *Streptomyces lateritius*. Контролем служили семена, замоченные в воде. Ежемесячно учитывали количество проросших семян и сохранность сеянцев сосны, отбирали образцы почвы на микробиологический и биохимический анализы. Измеряли температуру почвы (в момент взятия образцов), определяли влажность и pH почвы, общую микробную численность (ОМЧ), численность эколого-трофических групп микроорганизмов (ЭКТГМ), ферментативную активность, микробную биомассу (МБ), базальное дыхание (БД), микробный метаболический коэффициент (qCO_2), качественный состав микробиома.

При постоянном возделывании почвы и изъятии из нее растительности происходит снижение основных показателей биогенности. В почве контрольного варианта к концу экспериментов происходило постепенное снижение МБ, ОМЧ, изменение соотношения ЭКТГМ в сторону преобладания олиготрофной группы и снижение численности гидролитиков, что отразилось на качественном составе почвенного микробиома: снижение доли фил гидролитического комплекса *Proteobacteria* и *Firmicutes*, повышение доли фил *Actinobacteria* (низших), *Verrucomycrobia*, *Betaproteobacteria*, *Gammaproteobacteria*, тяготеющих к олиготрофии. Также отмечали снижение активности ферментов класса гидролаз (протеаза, инвертаза, уреаза) и оксидоредуктаз (по-

лифенолоксидаза, пероксидаза). Снижение основных показателей биогенности почвы и повышение степени ее нарушенности в контрольном варианте демонстрируют и повышение значений микробного метаболического коэффициента (qCO_2) с 37.4 (в 2012 г.) до 55.3 мкг С-CO_2 / мкг Смик / ч (в 2016 г.).

Другие результаты были получены в вариантах с внесением микроорганизмов с семенами сосны. Микробы-антагонисты способствовали увеличению ОМЧ, повышая численность ЭКТГМ, особенно гидролитико-копиотрофного комплекса: бактерии р. *Bacillus* и микромицеты р. *Trichoderma* увеличивали численность копиотрофного, а *S. lateritius*– гидролитического комплексов. Значения МБ в опытных вариантах превышали контроль в среднем в 1.2 раза, наибольший эффект был отмечен в вариантах с микромицетами р. *Trichoderma*, и бактериями *B. amyloliquefaciens*. В отличие от контроля, внесенные микробы повышали активность гидролитических (протеаза, фосфатаза, инвертаза, уреаза) ферментов в 1.2 раза, и оксидоредуктаз (пероксидаза и полифенолоксидаза) в 1.7–1.2 раза. Кроме того, обработка антагонистами способствовала увеличению всхожести семян, улучшала рост и развитие сеянцев (морфометрические показатели), повышая их сохранность к концу вегетации. Внесенные микроорганизмы способствовали постепенному снижению стресса на микробоценоз, уменьшая высокие значения qCO_2, приближая их к экофизиологической норме.

Работа рекомендована д.б.н., доц. И.Д. Гродницкой.

УДК 631.618

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ЛИТОСТРАТОВ УГОЛЬНЫХ ОТВАЛОВ КИЗЕЛОВСКОГО БАССЕЙНА

Т.А. Криницына
Пермский государственный аграрно-технологический университет им. Д.Н. Прянишникова, krinitsinatanya@mail.ru

Накопление и трансформация органического вещества являются наиболее значимыми процессами почвообразования в техногенных ландшафтах. Их интенсивность зависит от ряда факторов: биологической активности, влагообеспеченности, содержания фракции физической глины в составе субстратов.

Целью данной работы является изучение состава и свойств литостратов, формирующихся на угольных отвалах Кизеловского бассейна.

Образцы для исследований были отобраны в 2017 году на одном их отвалов шахты Крупская в окрестностях г. Губаха Пермского края. Шахта была законсервирована в 1993 году, таким образом, возраст отвала не менее 24 лет. В настоящее время происходит его естественное зарастание.

Отобранные образцы представляют собой литостраты, отличающиеся составом органогенного материала. Разрез 318 с поверхности представлен углесодержащими породами. В остальных разрезах выделены органогенные и органно-минеральные горизонты. Органогенные – представлены лесной подстилкой (р. 317, 416, 417) и дерниной (р. 132, 133). Подстилки состоят преимущественно из лиственного опада с примесью отмерших мхов и лишайников, мощностью от 1 до 5 см (р. 416, 317). Дерновые горизонты сформировались при участии травянистого опада, мощность 1 и 4 см. Органо-минеральный горизонт мощностью 17 см выделен в разрезе 133.

В образцах определяли общее содержание органического углерода (Сорг) по методу Тюрина, групповой состав углерода по Кононовой-Бельчиковой. Оптическую плотность растворов гуминовых кислот изучали на спектрофотометре КФК-3 МП.

Общее содержание органического углерода в данных образцах изменяется от 1 до 5–6 % от массы почвы, среднее значение 2.7 %. Наибольшая концентрация в разрезе 133 – 6 %. Содержание углерода медленно убывает с глубиной, однако в ряде случаев эта закономерность отсутствует.

В щелочную пирофосфатную вытяжку переходит не более 10–20 % от общего содержания углерода, только в разрезе 133 его доля возрастает до 40–45 %. В разрезе 318 на долю негидролизуемого остатка приходится 96–98 %. Значительная доля негидролизуемого остатка объясняется присутствием литогенного углерода, источником которого являются углесодержащие породы. Содержание гуминовых кислот составляет в среднем 0.36 % от массы почвы (12 % от Сорг) с максимумом 1.3 % в разрезе 133. Отношение углерода гуминовых кислот к фульвокислотам изменяется в широких пределах от 0.3 до 2.6. Коэффициент корреляции между содержанием гуминовых кислот и Сорг 0.76.

Оптическая плотность растворов гуминовых кислот при длине волны 465 нм в пересчете на концентрацию 0.001 % от 0.03 до 0.08. По данному показателю растворы гуминовых кислот, выделенные из литостратов, близки к зональным дерново-подзолистым почвам. Наибольшая оптическая плотность характерна для разреза 318 – 0.10–0.19.

Таким образом, процессы накопления и трансформации органического вещества на поверхности угольного отвала ограничены преимущественно формированием органогенных горизонтов – подстилок и дернин. Органо-минеральные горизонты представлены грубогумусовым горизонтом в разрезе 133. Источником органического углерода в техногенных образованиях наряду с органическими остатками служат углесодержащие породы.

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

УДК 57.044

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ И СПОСОБА ИХ СОРБЦИОННОЙ РЕМЕДИАЦИИ ПО ФИТО-ТЕСТУ С ЛУКОМ

И.П. Лобзенко, А.А. Фролова, К.Д. Рогожина, А.В. Барахов, Т.В. Бауэр, С.Н. Сушкова, Т.С. Дудникова
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,
snsushkova@sfedu.ru

Актуальность исследований ТМ в системе почва – растение обусловлено повышенной опасностью и масштабностью загрязнения окружающей среды данными соединениями. ТМ оказывают негативное влияние на рост клеток растений, в том числе корней, посредством растяжения и деления. Возникновение данного эффекта растений обусловлено барьерной функцией корней при поступлении ТМ в растения, т.к. первым барьером при транслокации ТМ в растениях является корневая часть, где происходит аккумуляция и детоксикация ТМ (Титов А.Ф., Таланова В.В.). Для борьбы с загрязнением почв ТМ применяют углеродистые сорбенты. К углеродистым сорбентам относятся продукты термической обработки растительных материалов и некоторых промышленных отходов. Наиболее часто для целей защиты окружающей среды используют активированный уголь и биочар. Структура данной группы сорбентов представляет собой совокупность параллельных слоёв углерода графитоподобного строения. Углеродистые сорбенты обладают большой *сорбционной способностью*. Цель работы является экспериментальное изучение токсичности тяжёлых металлов и способа их сорбционной ремедиации по фито-тесту с луком обыкновенным.

Объекты и методы: для эксперимента использовали растительную тест систему для анализа мутагенных факторов химической и физической природы на основе растения *Allium cepa. Allium-test* – в кото-

ром в качестве материала использовали корешки проростков репчатого лука *Allium cepa*, выращенных в водных растворах ацетатов свинца, меди и цинка различных концентраций. Использование лука, как тест-культуры, обусловлено чувствительностью его клеток на соединения ТМ, максимально приближенной к реакции клеток человеческого тела. Растворы готовили на дистиллированной воде. Для изучения влияния биочара в условиях почвенной вытяжки был заложен следующий опыт: контроль – почвенная вытяжка из незагрязненного чернозема обыкновенного, приготовленная из соотношения почва: вода – 1:4 (ГОСТ 26423-85, 1985); фон – почвенная вытяжка из загрязненного чернозема обыкновенного, подверженного многолетнему химическому загрязнению (Каменск-Шахтинский район Ростовской обл., озеро Атаманское), приготовленная из соотношения почва: вода – 1:4 (ГОСТ 26423-85, 1985); фон + 2.5 % биочар (углеродистый сорбент). Пробирки для растворов тщательно промывали и стерилизовали. Готовили растворы необходимых концентраций, сутки проращивали *Allium cepa* в пробирках с дистиллированной водой так, чтобы на каждой из луковиц слегка проросли корни. Изготавливали почвенные вытяжки, наполняли ими пробирки. В часть растворов вносили биоуголь, для осуществления проверки его эффективности при таких загрязнениях. Измеряли длину корней лука на второй день опыта.

Результаты исследования. Длина корней в водной вытяжке из загрязненного чернозема обыкновенного, подверженного многолетнему химическому загрязнению, снизилась на 50 % по сравнению с длиной корней лука почвенной вытяжки незагрязненного чернозема обыкновенного. Это свидетельствует о повышенном токсическом воздействии загрязняющих веществ, содержащихся в техногенно загрязненной почве, на морфобиометрические показатели лука обыкновенного. Внесение 2.5 % биочара в водную вытяжку, из загрязненного чернозема обыкновенного, подверженного многолетнему химическому загрязнению, показало увеличение длины корней лука на 40 % и на 90 % от значения фонового образца. Таким образом, внесение 2.5 % биочара в почвенную вытяжку позволяет обосновать целесообразную дозу данного углеродистого сорбента при биоремедиации техногенно загрязненных территорий.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ № 5.948.2017/ПЧ, Гранта Президента РФ № МК-3476.2017.5, РФФИ № 16.35.60051, 16-35-00347.

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

УДК 631.416.8

ВЛИЯНИЕ ИЗВЕСТИ НА НАКОПЛЕНИЕ Hg ПШЕНИЦЕЙ ЯРОВОЙ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ

А.А. Лохматова
Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
anastasiia.lokhmatova@gmail.com

Ртуть (Hg) является наиболее токсичным тяжелым металлом, представляет опасность, поступая из почвы в растения, передаваясь по цепям питания, оказывает токсическое действие на растения, животных и человека.

В опытном саду СПбГАУ был заложен микрополевой опыт, целью которого было определить влияние возрастающих доз известково-доломитовой муки на накопление ртути пшеницей сорта «Сударыня» на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Агрохимический анализ показал, что почва на участке среднекислая с pH_{KCl}=4.91, гидролитическая кислотность почвы – 3.3 ммоль/100 г, таким образом, нуждаемость в известковании очень сильная. Опыт включал в себя 6 вариантов по 4 повторности, делянки на местности располагались систематически, площадь делянки – 6 $м^2$. Перед посевом пшеницы на делянках была поверхностно рассеяна известково-доломитовая мука в соответствии со схемой опыта (табл.). Доза извести 1Д (5.5 кг $CaCO_3$/делянку) необходима для полной нейтрализации почвенной кислотности. Питательные элементы были внесены в почву в составе азофоски (NPK= 16:16:16 % д.в.). Валовое содержание ртути в почве составляло 0.03 мг/кг, что не превышает региональный фон и ниже предельно-допустимой концентрации металла в почве (ПДК=2.1 мг/кг).

Таблица. Продуктивность пшеницы и содержание в ней Hg.

Схема опыта	Доза извести, (кг $CaCO_3$/ делянку)	Биомасса пшеницы, кг/делянка		Содержание Hg в соломе, $n \cdot 10^{-3}$ мг/кг
		влажная	сухая	
1. NPK – фон	0	7.89±0.57	2.28±0.60	7.52±2.78
2. Фон + 0.2 Д	1.1	8.70±1.23	2.66±0.63	11.72±1.78
3. Фон + 0.4 Д	2.2	10.11±1.91	3.27±0.48	8.82±2.85
4. Фон + 0.6 Д	3.3	9.42±2.30	2.94±0.57	11.30±2.69
5. Фон + 0.8 Д	4.4	9.04±1.43	2.85±0.53	9.80±3.43
6. Фон + 1.0 Д	5.5	10.48±0.53	3.08±0.57	10.87±3.4
R (с дозой извести)	–	0.75	0.57	0.44

Результаты исследования были обработаны статистически с использованием корреляционного анализа. Биомасса пшеницы заметно возрастала при известковании почвы по сравнению с фоновым вариантом, коэффициент корреляции зависимости влажной/сухой массы пшеницы от дозы извести составил 0.75/0.57. Статистическая обработка не обнаружила существенных различий по массе растений между вариантами опыта, где известкование проводилось.

Содержание ртути в соломе растений было измерено методом атомно-абсорбционной спектрометрии. Согласно литературным данным, известкование кислой почвы способствует снижению подвижности ртути в системе почва-растение за счет формирования труднорастворимых карбонатов ртути. При поверхностном известковании почвы в нашем опыте была отмечена тенденция возрастания содержания тяжелого металла в растениях пшеницы по сравнению с контролем. Можно предположить, что после рассеивания извести по поверхности почвы большая ее часть оставалась в верхнем почвенном слое, создавая негативные условия для развития корневой системы растений за счет увеличения концентрации почвенного раствора. По-видимому, растения в вариантах с известкованием формировали корневую систему более глубоко, чем в контроле, в слоях почвы, где химическое взаимодействие извести и ртути не успело себя проявить. Известно, что кислотность среды дерново-подзолистой почвы возрастает вниз по профилю. В связи с этим, в вариантах с известкованием подвижность ртути в прикорневой зоне пшеницы и ее доступность для растений могла быть выше, чем в контроле.

Работа рекомендована к.б.н., доц. М.А. Ефремовой.

УДК 631.423

СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ И ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ПОЧВ РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЙ Г. МОСКВЫ (НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ МГУ ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА)

П.Н. Нестеров
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
nislepa99@gmail.com

Постоянно возрастающая техногенная нагрузка в г. Москве, как и в других крупных мегаполисах, приводит к созданию тяжелых условий для здоровья населения. Вследствие этого, значение рекреационных зон, как источников чистого воздуха и мест отдыха граждан возрастает вме-

сте с актуальностью изучения и сохранения на их территории благоприятной экологической обстановки. Территория МГУ занимает значительную площадь, и в последние годы в связи с интенсивным строительством различных объектов инфраструктуры (станции метро, жилые и учебные корпуса и т.д.) и изменения схем движения транспорта антропогенная нагрузка на нее возросла. Это выражается, в том числе, и в количестве автотранспорта, пересекающего эту территорию и припаркованного на ней. Автомобильная нагрузка на территории МГУ за 2 года увеличилась, что связано с изменением схемы движения автотранспорта в районе строительства метро.

Целью работы является оценка содержания нефтепродуктов (НП), лабильных гумусовых веществ (ЛГВ) и фитотоксичности верхних горизонтов городских почв территории МГУ им. М.В. Ломоносова, подверженных разной антропогенной нагрузке.

Пробы почв были отобраны на территории МГУ (Ленинские горы) с глубины 0–10 см на Мичуринской ал., ул. Академика Хохлова и ул. Менделеевской, а так же в окрестностях биолого-почвенного корпуса МГУ. Пробы были отобраны на участках разной степени задернованности, прилегающих к автомобильным трассам разной степени загруженности с глубины 0–10 см.

Методы определения: определение pH суспензии и содержание $C_{орг}$ в почвах – стандартными методами. Исследование НП проводилось методом ИК-спектрометрии. Содержание хлорид-ионов – аргентометрически по методу Мора. Содержание и состав ЛГВ почв – по методике Почвенного института им. В.В. Докучаева с предварительным компостированием. Фитотоксичность почв – по ГОСТ Р ИСО 22030-2009.

Согласно постановлению правительства Москвы от 25 декабря 2007 г. N 1179-ПП незадернованные участки почвы и грунта являются одним из главных источников загрязнения воздуха PM10 и мельче.

Содержание $C_{орг}$ на территории МГУ колеблется в широких пределах от 0.5 до 6 %, что связано с нерегулярной сменой грунта и подсыпок смесей, величины pH почв близки к нейтральным и слабощелочным значениям, что характерно для почв г. Москвы, и связано с общим подщелачиванием почв, в том числе за счет внесения мраморной крошки с противогололедными реагентами. Почвы исследуемой территории разделились на 2 группы: 1. почвы с небольшим содержанием НП, не превышающим 400–500 мг/кг; 2. почвы с содержанием НП выше 3400 мг/кг. Почвы второй группы приурочены к обочинам дорог со средней или высокой автомобильной нагрузкой. На всей исследованной территории отмечено увеличение содержания НП от 10 до 82.4 % по

сравнению с предыдущими годами. Это говорит о присутствии источников постоянного точечного загрязнения на территории.

Повышенную фитотоксичность проявили пробы почв с Кпдк НП выше 15 («ПДК» нефтепродуктов для г. Москвы составляет 300 мг/кг). Можно предположить, что снижение фитотоксичности в пробах почв с Кпдк НП от 10 до 15 связано ссодержанием ЛГВ, которые проявляют протекторные свойства. В большинстве случаев, в составе ЛГВ преобладают БГК, доля которых от $C_{орг}$ колеблется от 6 до 17 %.

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

УДК 631.413.3

УСТОЙЧИВОСТЬ БАРХАТЦЕВ ПРЯМОСТОЯЧИХ (*TAGETES ERECTA* L.) К УСЛОВИЯМ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВЫ

А.А. Окунева
Курский государственный университет, ok.270270@yandex.ru

Применение антигололедных реагентов, на данный момент, это один из самых часто используемых способов борьбы с наледью на дорогах городов. При этом неизбежно, что часть их попадает на урбаноземы. В состав этих смесей входят, как правило, хлористый кальций, магний и натрий, образующие легкорастворимые соли. При попадании их в почвы может происходить сдвиг химического равновесия, нарушение структуры почв, их пористости, а также ухудшение влагоемкости почв. Таким образом, это может привести к засолению почвы, и так находящейся под большим антропогенным прессом.

Негативное воздействие этого процесса затрагивает и живые организмы, в первую очередь – растения. В зависимости от концентрации солей в почве у растений наблюдается различная степень угнетения, как следствие внутреннего водного дефицита, нарушения обмена веществ, повреждения мембранных структур и др. Это приводит не только к ухудшению экологической обстановки города в целом, но и проблемам городского озеленения. Нами был проведен эксперимент, в котором в качестве объекта был выбран наиболее распространенный и используемый на клумбах городов вид растений – бархатцы прямостоячие (*Tagetes erecta* L.). В лаборатории были смоделированы условия разной степени засоленности почвы по хлоридному механизму и произведена оценка физиологических и морфометрических показателей биологической активности этого же вида.

На основании полученных результатов опыта можно сделать вывод о средней устойчивости данного вида растений к условиям хлоридного засоления почвы. В ходе проведения эксперимента наблюдалось общее угнетение состояния растений при повышении концентрации солей в почве. Однако необходимо отметить определенное стимулирующее влияние концентрации солей в 0.15 г/кг, что соответствует слабозасоленном типу почвы по хлоридному механизму, на всхожесть бархатцев прямостоячих (рис.).

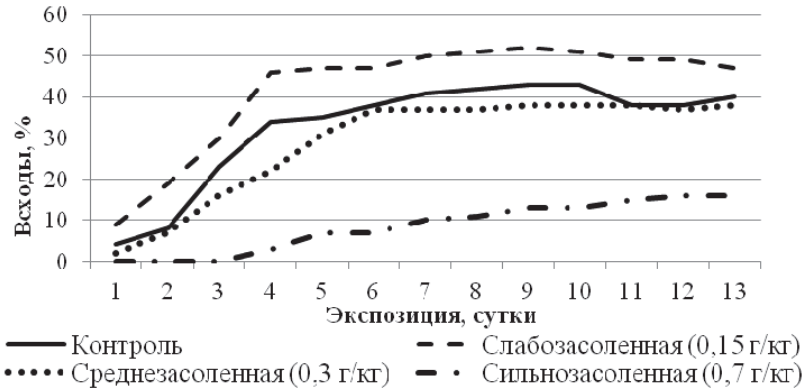


Рисунок. Зависимость интенсивности прорастания семян от степени засоления почвы.

Таким образом, было проведено исследование морфофизиологических показателей биологической устойчивости бархатцев прямостоячих и сделан вывод об их толерантности к разной степени хлоридного засоления почвы.

Работа выполнена при поддержке Гранта Федерального агентства по делам молодежи, соглашение № 10-Р от 28.11.2017 г.

Работа рекомендована к.б.н., ст. преп. Н.П. Неведровым.

УДК 574.24; 631.4; 614.7

БИОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ И ИХ ФИТОРЕМЕДИАЦИЯ

М.Е. Пескова
ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, mary.peskova@mail.ru, lab.pochva@mail.ru

Постоянное негативное воздействие на окружающую среду (ОС) в условиях мегаполиса приводит к накоплению токсикантов в биологических системах, таких как почвы и деревья. Помимо физико-химических методов исследований для определения степени загрязнения объектов ОС в практике используются биологические методы – биоиндикация. В тоже время актуальным является поиск эффективных и малозатратных технологий ремедиации городских почв. Например, различные древесные породы используются как в качестве биоиндикаторов загрязнения ОС, так и в качестве аккумуляторов тяжелых металлов.

На территории г. Москвы сосняки занимают 21 % площади лесных массивов, основным представителем которых является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Экспериментально установлено, что сосна является чувствительным биоиндикатором загрязнения ОС ионами тяжелых металлов. В настоящее время такие исследования используются в экологических целях, однако их внедрение в гигиеническую оценку объектов ОС также представляет несомненный интерес.

Таким образом, целью исследования является изучение физико-химических показателей почв г. Москвы и морфологических особенностей разновозрастной хвои сосны обыкновенной, произрастающей на обследуемой территории.

В качестве модельных территорий выбраны Северо-Западный (СЗАО), Западный (ЗАО) и Юго-Восточный (ЮВАО) административные округа г. Москвы. Наблюдения проводили в течение трех лет. Физико-химическую оценку почв проводили по содержанию валовых форм тяжелых металлов (Cu, Zn, Ni, Pb, Mn, Cd, As, Hg) и их суммарному показателю загрязнения (Zc). Морфологические показатели сосны оценивали по доле охвоения приростов и их повреждениям (хлорозы, некрозы).

По итогам проведенных исследований установлено, что ЮВАО можно отнести к наиболее неблагоприятному округу по количеству проб почв, отнесенных к категориям «умеренно опасная», «опасная»и «чрезвычайно опасная». Это подтверждается результатами оценки мор-

фологических параметров сосны, в частности, угнетение годичного охвоения деревьев в ЮВАО в сравнении с контрольной группой составляет 22.4 %, в то время как в СЗАО и ЗАО данный показатель составляет 3.8 и 12.3 %, соответственно.

Кроме того, выявлено, что замеры охвоения, проведенные в текущем году прироста, не имели достоверных отличий между опытными и контрольной группами. Количество хвои без повреждений в контроле составило 60.7 % от общего количества обследованной хвои прироста, в то время как в ЮВАО этот показатель составил 1.85 %, что на 97 % меньше чем в контроле. Также следует отметить, что морфологические параметры (хлорозы, некрозы) сосны ухудшаются в зависимости от сезона года, резкие изменения наблюдаются весной при сходе снежного покрова. Данная тенденция характерна для всех групп вне зависимости от места произрастания деревьев.

Таким образом, морфологические параметры сосны являются перспективными для биоиндикации наличия тяжелых металлов в почвах. Для выявления процессов миграции и трансформации тяжелых металлов в системе «почва-дерево» целесообразно проведение дополнительных исследований по изучению химического состава хвои, а также потенциальных возможностей сосны к накоплению токсикантов в качестве фиторемедианта.

Работа рекомендована к.б.н., зав. лаб. гигиены почвы ФГБУ «ЦСП» Минздрава России М.А. Водяновой, к.б.н., ст. преп. каф. системной экологии РУДН Ю.В. Уланской.

УДК 631.43

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА «АГРОВЕРМ» НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

М.И. Петров
Оренбургский государственный университет, mikh.molotov@yandex.ru

Чернозёмы – это почвы высокого потенциального плодородия. В нашей стране на чернозёмах получают около 80 % товарного зерна, (Ковда В.А., 1988 [3]). Продукция, выращенная на этих почвах, отличается высоким качеством.

Оренбургская область входит в десятку регионов по получению высоких урожаев пшеницы. Однако, на фоне засушливого климата и интенсивного сельскохозяйственного освоения, возникает проблема ухудшения структурного состояния почв.

Потенциальные ресурсы для расширения площади пашни в чернозёмной зоне практически отсутствуют, поэтому их активное сельскохозяйственное использование способствует развитию процессов дегумификации, обесструктуривания, переуплотнения.

Существует достоверный факт, что органическое вещество оказывает существенное влияние на структурное состояние почв (Артемьева З.С., 2010 [2]), поэтому для их улучшения актуальным является использование органических удобрений.

Препарат «Агроверм» (ООО «БиоЭра-Пенза») – это органическое удобрение, полученное на основе вермикомпоста. Данный препарат был использован нами при проведении модельного и полевого экспериментов.

Объектами исследования являются: 1. для модельного опыта – чернозём обыкновенный (слой 0–20 см; отобран с залежного участка; продолжительность опыта – три недели); 2. для полевого опыта – чернозём обыкновенный (слой 0–20 см; отобран с пашни; продолжительность опыта – вегетационный период).

Препарат вносили в соответствии с рекомендуемой дозой (300 л/га), повторность опыта трёхкратная. По окончании исследования отбирали образцы для изучения влияния препарата на структурное состояние почвы, что является целью данного исследования. Результаты представлены в таблице.

Таблица. Результаты агрегатного анализа почв
(метод Савинова Н.И. 1995 [1]).

Вариант эксперимента	Агро. цен. структура, %	Коэф. структурности	Водоустойчивость, %	АФИ, %
Контроль (мод. эксп.)	72.14	2.59	18.4	88
300 л/га (мод. эксп.)	75.04	3	27.9	161
Контроль (поле)	68.3	2.15	25.18	51
300 л/га (поле)	74.53	2.92	28.86	84

Агрономически ценная структура и коэффициент структурности почв как модельного, так и полевого экспериментов характеризуют образцы чернозёма обыкновенного как хорошо оструктуренные (по шкале Шеина Е.В., 2001 [1]).

Показатель суммарного количества агрегатов > 0.25 контрольного образца в модельном эксперименте равен 18.4 %, что свидетельствует по классификации Качинского о неудовлетворительной водоустойчиво-

сти. Водоустойчивость остальных образцов оценивается как недостаточно удовлетворительная и варьирует от 25.2 до 28.9 %.

По критерию АФИ почвенный образец с внесением препарата в модельном эксперименте обладает хорошей водопрочностью, в отличие от остальных, водопрочность которых оценивается как удовлетворительная.

Таким образом, проведённое исследование показало, что препарат «Агроверм» в условиях модельного и полевого опытов, вызвал повышение показателей структурно-агрегатного состава, а, следовательно, способствует улучшению структурного состояния чернозёмов обыкновенных.

Литература

1. *Анилова Л.В.* Практика по почвоведению / Оренбург: ОГУ – 2012.

2. *Артемьева З.С.* Органическое вещество и гранулометрическая система / М.:ГЕОС – 2010.

3. *Ковда В.А.* Типы почв, их география и использование / М.: Высш. школа – 1988.

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

УДК 614.76

ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ НА УГЛЕВОДОРОДНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ ПРИ АТМОГЕННОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ

В.М. Пискарева, Т.С. Кошовский
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
ikas-love@yandex.ru

Понятие углеводородного состояния (УВС) почв отражает соотношение групп различных углеводородных соединений, присутствующих в почвах в разных фазовых состояниях (Пиковский и др., 2015).

Исследования проводились в Ногинском районе Московской области. Главным источником загрязнения на данной территории являлся завод технического углерода (ЗТУ), работавший с 1916 по 1998 г. Участки исследования включали в себя территории завода; городские территории, прилегающие к ЗТУ; пригородные территории к северу и востоку от города, в том числе пашни, залежь и лес, на разном расстоянии от источника выбросов. Образцы отбирались с глубины 0–10 см и 10–40 см. Способ поступления углеводородов (УВ) в почвы преимущественно атмоседиментационный (Пиковский и др., 2015), инъекционное поступление возможно лишь на территории ЗТУ и в промышленной зоне.

На участке исследования наблюдается формирование углеводородного поля вокруг завода технического углерода, являющегося поставщиком полициклических ароматических углеводороды (ПАУ) и битуминозных веществ (БВ) на данную территорию. Загрязнение имеет концентрический характер с максимумом запасов ПАУ и БВ и наибольшей долей тяжелых ПАУ и смолистых битумоидов в промышленной зоне города. По мере удаления от источника загрязнения концентрация УВ резко снижается согласно степенной функции зависимости содержания ПАУ и БВ от расстояния до ЗТУ. Наибольшее влияние локальных факторов (воздействие в радиусе 10–1000 м) можно предположить в точках, в которых в наибольшей степени не совпадают расчетные и фактические концентрации поллютантов.

Наибольшее влияние локальных факторов на содержание УВ было выявлено в городских районах, где проявляются техногенная турбированность и скальпированность почв. В пригородных районах к локальным факторам, приводящим к несоответствию фактических и расчетных величин, относятся распашка, гидроморфизм и залесенность. На пашнях и залежах в 2 км к востоку от ЗТУ запасы ПАУ значительно меньше расчетных, что связано с лучшими условиями для био- и фотодеструкции УВ. На залесенных участках, где интенсивность фотодеструкции мала, а также благодаря тому, что лес является удерживающим барьером на пути воздушных потоков поллютантов, содержание УВ в среднем значительно выше, чем на пашнях и залежных территориях. Значительное влияние оказывает гидроморфизм. Участки с преобладанием гидроморфных условий, в том числе понижения в рельефе, заболоченные участки, пруды, характеризуются большим содержанием ПАУ и БВ из-за преобладания восстановительных условий и, как следствие, замедленного разложения УВ. На пахотных территориях в 1.9 км к востоку от города, также возможен механический снос вещества пахотных горизонтов в дренажные канавы, в донных отложениях которых были обнаружены большие запасы ПАУ (в среднем в 2 раза на глубине 0–40 см и в 5 раз на глубине 0–10 см) и битумоидов (в среднем в 1.5 раза на глубине 0–40 см и в 4 раза на глубине 0–10 см) по сравнению с почвами пашен.

На наиболее удаленных от ЗТУ распаханных территориях наблюдается большая доля смолистых соединений в составе битуминозных веществ по сравнению с луговыми участками, где больше маслянистых соединений из-за пониженной интенсивности разложения УВ. При этом в почвах на пашнях отмечается меньшее количество битуминозных веществ. Возможно, это связано с более активной деструкцией мас-

лянистых соединений, имеющих меньшую устойчивость по сравнению с тяжелыми высокомолекулярными соединениями.

Работы выполнены в рамках проекта РНФ 14-17-00193.

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

УДК 631.41

УРОВНИ СОДЕРЖАНИЯ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПОЧВАХ, НАХОДЯЩИХСЯ В ЗОНЕ ЭМИССИИ НОВОЧЕРКАССКОЙ ГРЭС

Я.А. Попилешко, С.Н. Сушкова, И.Г. Дерябкина (Тюрина), Е.М. Антоненко, А.В. Гимп
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,
snsushkova@sfedu.ru

Цель работы – изучить уровни содержания полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в 20-см слое почв, находящихся в зоне эмиссии Новочеркасской ГРЭС в 2017 г.

Задачи исследования: Для изучения уровней содержания ПАУ в почвах зоны эмиссии Новочеркасской ГРЭС на расстоянии 1–20 км от Новочеркасской ГРЭС были заложены 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 2017 г. В отобранных образцах почв определяли ПАУ 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 ПАУ из почв и растений исследуемых объектов проводилось методом омыления (РД 52.10.556-95, 2002). Повторность определения 3-х кратная.

Исследование содержания ПАУ 2017 г. в 20-см слое почв мониторинговых площадок, расположенных в зоне аэротехногенного воздействия Новочеркасской ГРЭС, показало интенсивное накопление полиаренов. Также, как и в предыдущие годы (Сушкова и др., 2017), максимум содержания ПАУ приходится на площадки мониторинга, наиболее близко расположенные к источнику эмиссии в СЗ направлении, совпа-

дающим с преобладающим направлением ветров на местности за исследуемый период (Т4, на 1.6 СЗ). Резкое уменьшение содержания ПАУ в почве площадки мониторинга Т8 (5.0 км на СЗ) – 1733.7±27.4 нг/г, по сравнению с Т4 (1.6 км на СЗ) – 2579.2±17.6 нг/г (более, чем в 3.5 раза), указывает на то, что территория распространения наиболее густого дымового шлейфа, содержащего максимальное количество поллютанта, составляет около 5.0 км в СЗ направлении, а максимальные выпадения осуществляются на расстоянии около 1.6 км и снижаются на расстоянии 15.0 км на СЗ до 1199.6±12.9 нг/г. Уровни содержания и распределения ПАУ по почвенному профилю в большей степени зависело от типа почв, который обуславливал особенности поглощения поллютанта. Основным фактором, воздействующим на распределение ПАУ по профилю, являлись физико-химические свойства почв, главным образом, их гранулометрический состав. Большинство почв мониторинговых площадок представлены черноземными и лугово-черноземными почвами тяжелосуглинистого или легкоглинистого гранулометрического состава, усредненная концентрация ПАУ в верхнем слое которых в 1.5–2 раза превышала его содержание в нижнем слое. Исключение составила площадка мониторинга Т2 (3.0 км на ЮЗ) с песчаной аллювиальной почвой, где уровни содержания ПАУ в верхнем 0–5 см и нижнем 5–20 см слоях было очень близким – 42.1±2.4 и 45.6±3.8 нг/г, соответственно.

Таким образом, уровни содержания ПАУ в почвах мониторинговых площадок, расположенных вокруг Новочеркасской ГРЭС, на протяжении многих лет остаются преимущественно неизменными. Территория распространения наиболее густого дымового шлейфа, содержащего максимальное количество ПАУ составила до 5.0 км в СЗ направлении с максимумом накопления в 1.6 км на СЗ.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ № 5.948.2017/ПЧ, Гранта Президента РФ № МК-3476.2017.5, РФФИ № 16.35.60051, 16-35-00347.

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.А. Бирюковой.

УДК 631.41

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕСЕНИЯ БИОЧАРА С ЦЕЛЬЮ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ БИОАККУМУЛЯЦИИ Pb РАСТЕНИЯМИ ЛУКА ПО ТЕСТУ *ALLIUM CEPA*

К.Д. Рогожина, А.А. Фролова, И.П. Лобзенко, С.Н. Сушкова, Т.В. Бауэр, Т.С. Дудникова
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,
snsushkova@sfedu.ru

Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами (ТМ) становится актуальной проблемой современности. Ионы ТМ образуют прочные связи с белками клеточных стенок, снижая их эластичность, а, следовательно, и способность растягиваться. Также, ионы ТМ повреждают структуру микротрубочек и нарушают водный баланс клеток. Влияние на митотические процессы в клетке обусловлено рядом факторов. Во-первых, ТМ негативно влияют на пресинтетический и постсинтетический этапы клеточного деления. Во-вторых, повышенные концентрации ТМ могут вызывать в клетках корней различные цитогенетические нарушения: сильную спирализацию хромосом во всех фазах клеточного деления, неравное расхождение хромосом к полюсам клетки или полное отсутствие расхождения, появления тетраплоидных клеток (Казнина Н.М.). Подбор эффективных способов восстановления техногенно загрязненных объектов окружающей среды, в том числе почв и водных объектов, нашел отражение в применении углеродистых сорбентов, произведенных из отходов сельхозпродукции с повышенными сорбционными свойствами.

Цель работы – оценить эффективность внесения биочара с целью предотвращения биоаккумуляции Pb растениями лука по тесту *Allium cepa.*

Задачи исследования: для эксперимента использовали растительную тест систему для анализа мутагенных факторов химической и физической природы на основе растения *Allium cepa*. Allium-test – в котором в качестве материала использовали корешки проростков репчатого лука *Allium cepa*, выращенных в водных растворах ацетатов свинца, различных концентраций, а также с внесением углеродистого сорбента – биочара в концентрации 2.5 %. Использование лука, как тест-культуры, обусловлено чувствительностью его клеток на соединения ТМ максимально приближенной к реакции клеток человеческого тела. Растворы готовили на дистиллированной воде.

Схема опыта. Контроль – дистиллированная вода; растворы солей ТМ в дистиллированной воде в концентрациях мг/кг исходного раствора: 2000 мг/кг $Pb(CH_3COO)_2$, 10000 мг/кг $Pb(CH_3COO)_2$, Контроль + 2.5 % биочар, 2000 мг/кг $Pb(CH_3COO)_2$ +2.5 % биочар, 10000 мг/кг $Pb(CH_3COO)_2$ +2.5 % биочар. Свежеприготовленные растворы необходимых концентраций Pb, сутки проращивали лук-шалот в пробирках с дистиллированной водой так, чтобы на каждой из луковиц слегка проросли корни. В часть растворов был внесён биочар. Осуществляли контроль роста корней на второй, пятый, девятый и четырнадцатый день опыта, а также замерили pH растворов в первый и последний день опыта.

По результатам исследования выяснили, что корни лука находятся в угнетенном состоянии. После загрязнения 2000 мг/кг $Pb(CH_3COO)_2$ по сравнению с контролем рост корней ухудшился на 92 %. При внесении 10000 мг/кг $Pb(CH_3COO)_2$ длина корней лука уменьшилась на 1 мм, в отличие от внесения концентрации 2000 мг/кг $Pb(CH_3COO)_2$. При введении 2.5 % биочара в водную вытяжку с концентрацией 2000 мг/кг $Pb(CH_3COO)_2$ привело к увеличению корней на 43 % по сравнению с загрязненным образцом, а при загрязнении 10000 мг/кг $Pb(CH_3COO)_2$, введение 2.5 % биочара поспособствовало увеличению роста корней на 67 % в отличие от загрязненного варианта. Внесение ацетата свинца и биочара не повлияло на pH раствора по сравнению с контрольным образцом.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ № 5.948.2017/ПЧ, Гранта Президента РФ № МК-3476.2017.5, РФФИ № 16.35.60051, 16-35-00347.

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

УДК 504.064.47

ОЦЕНКА ЭКОТОКСИЧНОСТИ ПРИ СТИМУЛЯЦИИ БИОРАЗЛОЖЕНИЯ ОТХОДОВ ПОЛИМЕРНОЙ ПРИРОДЫ

А.Г. Рычагова
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
rich.7.msu@gmail.com

В настоящее время большую экологическую проблему представляет катастрофические темпы накопления отходов на нашей планете. В России нерешенность проблем в сфере обращения с отходами производства и потребления обусловлена отсутствием эффективной законодательной и нормативной базы, действенного контроля за переработкой и размещением отходов в объектах окружающей среды, а также дефицитом современных технологических решений по утилизации и переработке.

Особую опасность для окружающей среды представляют полимерные материалы, различные виды упаковки, которые в больших количествах попадают на несанкционированные свалки или сжигаются.

Цель работы заключалась в испытании новых способов ускорения разложения полимерных отходов и их экологические эффекты, в частности, изменение токсичности в объектах окружающей среды от продуктов биодеструкции полимерных материалов. Для достижения поставленной цели исследовали влияние биостимулирующего препарата автолизата пивных дрожжей (АПД) на скорость разложения полимерных материалов с последующей оценкой экологической токсичности продуктов биодеградации отходов в стандартизованных биотест-системах (заявка на патент № 2017145149 от 21.12.2017 г. «Способ стимуляции активности микроорганизмов – полимерных отходов».

Материалы и методы. Оценка темпов биодеструкции полимерной пленки проводилось после обработки ее спорами гриба *Aspergillus niger* – модельного видами кодеструкторов (согласно ГОСТ 9.048-89). В одну серию вариантов опыта добавляли биостимулирующий препарат АПД (конц. 100 г/л). Наблюдения проводились с помощью электронной, световой микроскопии и визуально по площади обрастания материалов мицелием, а также по эмиссии CO_2. Образцы закладывали в стерильную и нестерильную почву и экспонировали в течение 24 суток. Контролем служила пленка полимерного материала, не обработанная спорами и АПД.

Полученные результаты.

Биостимулирующий препарат АПД в ряде случаев оказывал положительный эффект на скорость развития грибного сообщества в почвах. Однако исследования электронной микроскопии не показали прямой зависимости между развитием грибов и разложением экспонирующегося в ней материала.

По результатам измерения эмиссии углекислого газа в вариантах без обработки полимерной пленки спорами аспергилла биостимулирующий препарат не оказал положительного влияния дыхание почвенных образцов. Максимальные показатели были получены в вариантах опыта, где обработка спорами аспергилла сочеталась с добавлением биостимулирующего препарата. При визуальном методе оценки развития биомассы грибов наблюдается значительный положительный эффект влияния препарата на обрастание образцов мицелием.

Наблюдалось изменение токсичности среды, в которой инкубировались зараженные грибом полимерные образцы. Интересно, что в пробах стерильной почвы со спорами грибов и добавлением препарата наблюдался рост токсичности по реакции тест-культуры *Ceriodaphnia*

affinis, тогда как в нестерильной почве такого не наблюдалось. Такое явление могло возникнуть из-за отсутствия конкуренции между аспергиллом и почвенной микробиотой, которая отсутствовала в стерильной почве, прошедшей дробное автоклавирование, вследствие этого в среде, очевидно, накапливались экзометаболиты аспергилла и продукты их взаимодействия с образцами полимерных материалов.

Таким образом, учитывая, что АПД способен стимулировать биодеградацию полимеров и отсутствие коммерческого интереса к подобному отходу пивоваренного производства, предлагаемый способ обработки полимерных отходов АПД не только позволит решить некоторые современные экологические проблемы, но и будет экономически выгодным в решении вопроса утилизации отходов.

Работа рекомендована д.б.н. В.А. Тереховой.

УДК 631.4

ВЛИЯНИЕ ЦИНКОВОГО, СВИНЦОВОГО ЗАВОДОВ НА ОКРУЖАЮЩИЕ ЛАНДШАФТЫ

Ж. Саркулова
Казахский Национальный Аграрный Университет, zhadi_0691@mail.ru

Одним из главных и целенаправленных мероприятий по возврату нарушенных земель в сельскохозяйственный оборот, улучшению среды обитания промышленных регионов, в целях охраны окружающей среды и полноценного функционирования биосферы является их рекультивация. Изучение процессов почвообразования и экосистемы нарушенных земель представляет научный интерес в теоретическом и практическом плане. Почвенный покров в условиях влияния горно-перерабатывающей промышленности подвергается загрязнению. Загрязнение негативно влияет на почвенную биоту и экосистемный подход в различных условиях техногенеза позволят на научной основе дать экологическую оценку нарушенным почвам горно-перерабатывающего региона, разработать научно-обоснованные рекомендации и предложения по их рекультивации.

Цель работы: изучение влияния горной, металлургической и перерабатывающей промышленностей на окружающую среду и разработка теоретических основ реабилитации загрязненных ландшафтов. Объектом исследования являются территории, находящиеся под влиянием выбросов предприятий перерабатывающей горнорудной промышленности ВКО. Комплексный экосистемный подход в изучении влияния горно-металлургических предприятий на природную среду, почвенно-

мелиоративные и биологические методы реабилитации ландшафтов создают условия для их восстановления. В результате исследования выявили, что основным источником загрязнения является цинковый и свинцовые заводы. Ареал распространения выбросов завода в окружности составляет 2 км, с особенным влиянием по розе ветров в восточном направлении от завода в сторону города. На территории в радиусе 2 км обнаружено сильное влияние выбросов завода на почвенно-растительный покров, которая подвергнута сильным эрозионным процессам. Анализы водно-физических свойств показали, что влажность почв увеличивается с глубиной (20–30 см). В почвах объемная масса составляет 1.1–1.4 г/см^3. Увеличение объемной массы в почвах вблизи цинкового завода объясняется существенным влиянием ТМ. Они разрушают состав органических кислот, что соответственно влияет на агрегатное состояние, идет увеличение тонких фракций, из ППК вытесняется поглощенный кальций, разрушаются агрегаты и происходит уплотнение, особенно верхних горизонтов. По гранулометрическому составу верхние горизонты характеризуются как суглинки тяжелые, иловато-крупно-пылеватые. С глубиной их состав изменяется вследствие, скопления тонких пылевато-илистых фракций и становятся легкой глинисто иловато-крупно-пылеватой. Передвижение тонких фракций почв по профилю и скопление их в нижележащий горизонт свидетельствуют о формировании более уплотненного вмывного иллювиального горизонта. Содержание общего гумуса в исследуемой почве показала, что количество гумуса в верхнем горизонте составляет – 6.7 %. С глубиной отмечается постепенное снижение содержания гумуса. Невысокое содержание гумуса объясняется тем, что на поверхности черноземов исчезли практически все растительные сообщества. Соответственно нет и корней. Оставшиеся в небольшом количестве растения не дают достаточного для образования гумуса корневого и наземного опада. Тем не менее, содержание гумуса 6.3 % в гумусово-аккумулятивном горизонте относит изучаемые черноземы к виду среднегумусированных. Сумма поглощенных оснований составляют 9.1–18.4 мг-экв. Для черноземных почв это низкие величины. ТМ образуют комплексы вытеснив из ППК поглощенные основания.

Обеспеченность почв усвояемыми формами азота и подвижным фосфором невысокая. Содержание подвижного калия высокое.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Ф.Е. Козыбаевой.

УДК 634.4

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛОДОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ В КАЧЕСТВЕ ОБЪЕКТА ФИТОРЕМЕДИАЦИИ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЁННЫХ ТЯЖЁЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Т.А. Скворцова
Оренбургский государственный университет, atanya-92@mail.ru

Металлы сравнительно быстро накапливаются в почвах городов и крайне медленно из них выводятся. В большинстве случаев поглощение ионов тяжёлых металлов растениями находится в прямой зависимости от их доступного содержания в почве.

Основными источниками загрязнения урбоэкосистемы города Оренбурга, расположенного в центральной части области, являются предприятия газодобывающей промышленности, нефтепереработки, машиностроения, теплоэнергетики, автомобильный и железнодорожный транспорт. В этой связи возникает вопрос о возможных методах физической, химической и биологической детоксикации почв в городской среде. Одним из самых эффективных и экономически выгодных методов очистки урбанизированных почв от тяжёлых металлов является фиторемедиация. Нужно также отметить, что зелёные насаждения (парки, сады, скверы) являются значимой частью городской среды, так как они могут участвовать в процессах фиторемедиации.

Объектами наших исследований стали почвенный покров и растения семейства *Rosaceae* (*Rosa majalis* Herrm., *Malus cerasifera* Spach., *Sorbus aucuparia* L.), которые составляют основу зелёных насаждений города Оренбурга. Исследования включали отбор образцов почв методом конверта и сбор надземных частей растений (стебли (Ст.), листья (Л.), плоды (Пл.)) в конце вегетационного периода. Элементный состав исследуемой группы ТМ был выбран исходя из предварительного анализа ранее выполненных исследований по данной тематике в Оренбургской области. Результаты исследования (табл. 1–4) показывают, что наблюдается активная аккумуляция цинка, меди и свинца вегетативными и генеративными частями *Rosa majalis*. Нужно отметить, что плоды *Rosa majalis* аккумулируют Cu в концентрациях превышающих таковые в почве в 2 раза, а в стеблях в 3 раза. Таким образом, из всех исследованных представителей плодовых, входящих в состав зелёных насаждений города *Rosa majalis* Herrm. является самым активным аккумулятором ТМ, а значит, может использоваться в процессах фиторемедиации.

Работа рекомендована д.б.н., проф. А.М. Русановым и д.с.-х.н., проф. Е.З. Савиным.

Таблица 1. Содержание ТМ в исследуемых растительных образцах на участке № 1, мг/кг (г. Оренбург, улица Чкалова).

	Cu			Zn			Pb		
	Ст.	Л.	Пл.	Ст.	Л.	Пл.	Ст.	Л.	Пл.
Rosa majalis Herrm.	13.2	4.8	**8.1**	22.1	13.1	**18.3**	0.58	0.22	**0.42**
Malus cerasifera Spach	2.5	1.2	1.6	5.0	3.0	8.5	0.56	0.11	0.26
Sorbus aucuparia L.	1.9	0.8	1.3	4.7	1.8	2.2	0.33	0.13	0.17
ПДК, мг/кг	н/у	н/у	5.0	н/у	н/у	10.0	н/у	н/у	0.4

Примечание: здесь и далее полужирным шрифтом выделено превышение ПДК.

Таблица 2. Содержание ТМ в исследуемых растительных образцах на участке № 2, мг/кг (г. Оренбург, проспект Победы).

	Cu			Zn			Pb		
	Ст.	Л.	Пл.	Ст.	Л.	Пл.	Ст.	Л.	Пл.
Rosa majalis Herrm.	18.1	5.2	**10.3**	22.8	14.8	**20.8**	0.62	0.28	**0.48**
Malus cerasifera Spach	2.8	1.4	3.8	5.8	3.4	**11.2**	0.38	0.8	0.38
Sorbus aucuparia L.	1.9	0.11	1.8	4.9	2.3	4.1	0.31	0.18	0.28
ПДК, мг/кг	н/у	н/у	5.0	н/у	н/у	10.0	н/у	н/у	0.4

Таблица 3. Содержание ТМ в исследуемых растительных образцах на участке № 3, мг/кг (г. Оренбург, улица Салмышская).

	Cu			Zn			Pb		
	Ст.	Л.	Пл.	Ст.	Л.	Пл.	Ст.	Л.	Пл.
Rosa majalis Herrm.	12.3	3.6	**6.2**	21.1	13.3	**13.7**	0.33	0.18	0.29
Malus cerasifera Spach	3.6	0.8	1.6	5.5	2.7	8.8	0.32	0.22	0.28
Sorbus aucuparia L.	1.3	0.5	0.9	3.7	1.4	2.1	0.23	0.15	0.17
ПДК, мг/кг	н/у	н/у	5.0	н/у	н/у	10.0	н/у	н/у	0.4

Таблица 4. Содержание ТМ в почве исследуемых участков, мг/кг.

	Участок № 1		Участок № 2		Участок № 3		ПДК
	0–10 см	30–40 см	0–10 см	30–40 см	0–10 см	30–40 см	
Cu	**6.2**	2.8	**5.7**	**3.7**	**3.9**	2.1	3
Zn	**26.0**	22.1	**28.3**	**23.1**	22.0	18.1	23
Pb	4.8	3.0	**6.3**	3.7	4.2	2.8	6

УДК 631.6.02

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕМЕДИАЦИИ АБРАЗЕМА АЛЬФЕГУМУСОВОГО В УСЛОВИЯХ СУБАРКТИКИ

М.В. Слуковская[1], В.И. Васенёв[2], К.В. Иващенко[2,3], Д.В. Морев[4]
[1] Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева, Кольский научный центр РАН, Апатиты, krem.mv@gmail.com
[2] Российский университет дружбы народов, Москва, vasenyov@mail.ru
[3] Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, ivashchenko-kv@rambler.ru
[4] Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, Москва, dmorev@rgau-msha.ru

Субарктические экосистемы характеризуются замедленными биогеохимическими процессами, малой мощностью и высокой уязвимостью почвы, в особенности ее органогенного горизонта. Почвенный и растительный покров вблизи г. Мончегорск (Мурманская обл.) был нарушен в результате длительных атмосферных эмиссий медно-никелевого комбината. Аэротехногенное воздействие усилилось процессами водной и ветровой эрозии, что привело к деградации верхнего органогенного горизонта почвы и, как следствие, образованию техногенной пустоши. В 2010 г. на участке техногенной пустоши (67°56.403′N, 32°50.287′E, ~1.5 км от комбината) провели апробацию технологии* ремедиации с использованием горнопромышленных отходов, вспученного вермикулита и посева семян злаков. Использовали такие техногенные поверхностные образования, как серпентинитомагнезит (*СМ*) – литострат, вскрышная порода Халиловского месторождения магнезитов (Оренбургская обл.) и карбонатитовые отходы (*КО*) – артииндустрат, отходы вторичной переработки руды АО «Ковдорский ГОК» (Мурманская обл.). Оба вида отходов вносили на поверхность техногенной пустоши слоем 5 см. Отходы являются корнеобитаемой средой для злаков и способствуют накоплению биогенных элементов в почве. Цель исследования – оценка изменения содержания и состава органического вещества абразема спустя 7 лет после начала ремедиации.

Монолит отбирали в августе 2017 г. из слоев 0–5 см (отходы) и 5–10 см (горизонт BHF абразема). Контролем служил участок техногенной пустоши, верхний слой (0–5 см) которого представлен альфегумусовым горизонтом подзола. В почвенных образцах определяли содержание органического углерода ($C_{орг}$, по Тюрину), углерода суммы фульвокислот и гуминовых кислот ($C_{гк+фк}$, по Кононовой-Бельчиковой), углерода

микробной биомассы ($C_{мик}$, метод субстрат-индуцированного дыхания) и базальное (микробное) дыхание (БД, скорость продуцирования CO_2 нативной почвой).

Содержание $C_{орг}$ и $C_{гк+фк}$ в слое *КО* составило 1.0 и 0.5 % соответственно, а в слое СМ – 1.5 и 0.6 %. Содержание $C_{орг}$ для *КО* и *СМ* через 7 лет после ремедиации увеличилось на 30 и 70 %, а $C_{гк+фк}$ – на 40 и 50 % соответственно. В слое абразема, находящемся под слоем минеральных отходов, отмечено увеличение $C_{орг}$ и $C_{гк+фк}$ по сравнению с контрольной почвой на 30 и 7 % для *КО*, и на 8 и 6 % – для *СМ*. Содержание $C_{мик}$ в слое *КО* составило 143 мкг С $г^{-1}$, а в *СМ* – почти в 2 раза больше, при этом в исходных *КО* и *СМ* этот показатель был низким (следовое количество и 97 мкг С $г^{-1}$ соответственно). В слое абразема вариантов *КО* и *СМ* величины $C_{мик}$ достигали 78 и 319 мкг С $г^{-1}$, а в контроле – 27 мкг С $г^{-1}$. БД для слоя минеральных отходов *КО* и *СМ* составляло 0.37 и 0.50 мкг С-CO_2 $г^{-1}{\cdot}ч^{-1}$, а для почвы под ними – 0.27 и 0.42 мкг С-CO_2 $г^{-1}{\cdot}ч^{-1}$.

Показано, что внесение горнопромышленных отходов на поверхность абразема техногенной пустоши и устойчивое функционирование на них злаковых сообществ способствовало накоплению органического углерода, в т.ч. и гумусовых кислот, а также микробной биомассы и увеличению скорости ее дыхания, что свидетельствует об эффективности технологии ремедиации деградированной почвы в условиях Субарктики.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 16-35-60022).

*Иванова Л.А., Слуковская М.В., Горбачева Т.Т. и др. Патент № 2484613, 20.06.2013 г.

ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ ОБМЕННЫМ МАГНИЕМ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ

И.С. Станилевич
РУП «Институт почвоведения и агрохимии», Минск,
istanilevich@mail.ru

В Республике Беларусь в связи с системным известкованием кислых почв доломитовой мукой повысилась доля почв высокообеспеченных магнием, 32 % площади пахотных почв и 55 % площади улучшенных сенокосов и пастбищ относятся к группе высокого содержания обменных форм магния (>180 мг/кг) [1]. На значительной части площади пахотных земель нарушено требуемое соотношение катионов Ca^{2+}:Mg^{2+}

и K^+:Mg^{2+}, и возделываемые культуры испытывают недостаток или избыток магния для формирования урожайности. В связи с этим возникла необходимость в установлении зависимости урожайности ярового тритикале от обеспеченности почвы обменным магнием.

В 2015–2016 гг. проводились исследования в полевом стационарном опыте ОАО «Гастелловское» Минского района на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Агрохимические показатели пахотного горизонта: содержание гумуса – 1.8–2.1 %, pH_{KCl} – 5.8–6.0, P_2O_5 (0.2 М HCl) – 350–450 мг/кг почвы, K_2O (0.2 М HCl) – 264–300 мг/кг, Ca (1 М KCl) – 750–900 мг/кг, Mg (1 М KCl) 87–145 мг/кг почвы.

На опытном участке было создано четыре уровня обеспеченности почвы обменным Mg (1-й уровень – 46–50 мг/кг, 2-й уровень – 90–92 мг/кг, 3-й уровень – 138–147 мг/кг, 4 уровень – 183–198 мг/кг). Высокие уровни содержания обменного магния были созданы за счет внесения сульфата магния ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$). На каждом уровне содержания обменного магния в почве исследовано действие современного базового варианта системы удобрений, варианта с повышенной дозой калия, серы в дозе S_{60} и некорневых подкормок сульфатом магния. Из минеральных удобрений использовали карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий, сульфат аммония.

В результате проведенных исследований была установлена зависимость урожайности зерна ярового тритикале от обеспеченности почвы обменным магнием. В варианте без удобрений урожайность зерна увеличивалась по мере повышения содержания обменного магния в почве в диапазоне (46–50)–(90–92)–(138–147) мг/кг почвы. Дальнейшее повышение обеспеченности почвы обменным магнием до 183–198 мг/кг являлось избыточным и приводило к снижению урожайности зерна ярового тритикале.

На фоне применения оптимальной дозы удобрений $N_{60+30}P_{60}K_{120}$ в среднем за два года получена урожайность зерна тритикале в диапазоне 52.5–63.1 ц/га. Прибавка урожайности за счет повышения в почве обменного магния с 46–50 до 138–147 мг/кг составила в контрольном варианте 11.6 ц/га, в варианте $N_{60+30}P_{60}K_{120}$ – 10.4 ц/га.

Согласно расчетам, максимальная урожайность в 2015 г. получена при обеспеченности почвы обменным магнием – 140 мг/кг, в 2016 – 145 мг/кг, на более высоком уровне содержания обменного магния – 183–198 мг/кг почвы происходило снижение урожайности в среднем на 4.3 % (2.6 ц/га).

Таким образом, ориентировочный расчетный диапазон оптимального содержания обменного магния в почве для получения высокой уро-

жайности зерна ярового тритикале определен как Mg 130–150 (или MgO 220–250) мг/кг почвы. Этот диапазон оптимума находится в верхней части четвертой группы действующей в Беларуси градации обеспеченности почв магнием. При этом эквивалентное соотношение в почве катионов Ca:Mg должно быть в пределах 5, а соотношение K:Mg – около 0.6.

Литература

1. *Агрохимическая характеристика почв* сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / Под общей ред. И.М. Богдевича. – Мн.: РУП «Институт почвоведения и агрохимии», 2012. – 276 с.

Работа рекомендована зав. Лабораторией мониторинга плодородия почв и экологии РУП Институт почвоведения и агрохимии, д.с.-х.н. Ю.В. Путятиным.

УДК 631.41

КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В СИСТЕМЕ ПОЧВА – ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ЗОНЫ АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

С.Н. Сушкова
Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского
Южного федерального университета, Ростов-на-Дону,
snsushkova@sfedu.ru

Самыми опасными поллютантами в зоне влияния Новочеркасской ГРЭС (НчГРЭС), как и других тепловых электростанций, работающих на твердом топливе, являются приоритетные органические поллютанты – полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) и тяжелые металлы. Однако мониторинг содержания ПАУ в объектах окружающей среды, осуществляемый Комитетом окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области, проводится только в пределах г. Новочеркасска, что не позволяет дать общую картину загрязнения всего подфакельного пространства НчГРЭС (Экологический вестник Дона…, 2014).

Экспедиционные исследования проводились в июле 2017 года на площадках мониторинга, заложенных в Ростовской области. Площадки мониторинга расположены на разном удалении (от 1 до 20 км) от НчГРЭС. Большинство площадок расположено по линии преобладающего направления ветра. Почвы площадок мониторинга (залежные участки) представлены большей частью черноземом обыкновенным карбо-

натным, часть площадок занята лугово-черноземными и аллювиальными почвами. Образцы почв отбирались на мониторинговых площадках согласно ГОСТ 17.4.4.02-84. Для характеристики комплексных исследований в важнейших компонентах экосистемы: почве, донных отложениях на полигонах в районе НчГРЭС в 2011 году были заложены у края береговой полосы дополнительные площадки 2А, 6А, 8А, 8Б для отбора донных отложений согласно ГОСТ 17.1.5.01-80. Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии – масс-спектрометрии проведено комплексное изучение качественного и количественного состава ПАУ в системе почва – донные отложения зоны аэротехногенного загрязнения предприятием энергетического комплекса НчГРЭС. Повторность измерения 3-х кратная. Характерная особенность состава почв и донных отложений исследуемой территории – наличие в них различных ПАУ, как низкомолекулярных, так и высокомолекулярных.

В результате исследования группового состава ПАУ в почвах и донных отложениях, подверженных воздействию выбросов НчГРЭС в 2017 г., установлено, что в составе ПАУ преобладают 4–5 кольчатые высокомолекулярные полиарены: фенантрен, пирен, флуорантен, бенз(а)пирена, в сумме составляющие от 1120 до 2560 нг/г в почве, и от 573 до 1201 нг/г в донных отложениях. Причем установлены высокие значения коэффициента корреляции между содержанием БаП и фенантрена в донных отложениях и почвах мониторинговых площадок, расположенных по линии преобладающего направления розы ветров соответственно, в 2017 г. – 0.62–0.896, а также между содержанием бенз(а)пирена и пирена в почвах мониторинговых площадок, расположенных по линии преобладающего направления розы ветров, соответственно, – 0.91–0.83. Содержание приоритетных ПАУ в донных отложениях территории воздействия НчГРЭС зависит от расстояния мониторинговых площадок по отношению к источнику эмиссии. Показано накопление всех приоритетных ПАУ в донных отложениях изученной территории в 2017 г. с преимущественным накоплением 4-х, 5-ти кольчатых полиаренов. Следовательно, накопление ПАУ в почвах и донных отложениях территории, зависит от воздействия техногенных выбросов НчГРЭС, а также регионального загрязнения атмосферы и привноса ПАУ с атмосферными осадками.

Работа поддержана грантом РФФИ 16-35-60051 мол_а_дк.

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

УДК 631.4

СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ: АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ФРАКЦИЙ

С.С. Тагивердиев, В.С. Титаренко
Южный федеральный университет, 2s-t@mail.ru

Структурное состояние почв – важный показатель ее плодородия, а исследование свойств отдельных структурных фракций, дает возможность понять процессы, протекающие в почве, и использовать эти данные в практических целях, например, в борьбе с деградацией. В нашем исследовании мы изучали распределение подвижных форм цинка, меди, свинца по структурным фракциям (3–2; 2–1; 1–0.5; 0.5–0.25; <0.25 мм). Экстракцию проводили с помощью ААБ с pH 4.8 при соотношении почва-раствор 1/10. Сравнение проводили между экранированным урбистратифицированным черноземом миграционно-сегрегационным малогумусированным, селитебной зоны (разрез № 126133 (47°14′27.60″С, 39°49′6.60″В)) и залежным черноземом миграционно-сегрегационным среднегумусированным высококарбонатным мощным тяжелосуглинистым, рекреационной зоны (разрез № 141146 (47°14′9.96″С, 39°39′3.60″В)) города Ростова-на-Дону.

В результате исследований выяснилось, содержание свинца и цинка выше ПДК в почве обоих разрезов, а меди – значительно ниже даже в горизонтах урбик UR. При этом содержание меди увеличивается вниз по профилю, что более ярко выражено в разрезе № 141146.

Рассматривая распределение тяжелых металлов по структурным фракциям можно отметить, что в почве селитебной зоны содержание цинка выше от 2 до 50 раз по сравнению с почвой, отобранной из разреза рекреационной зоны. Прослеживается зависимость между содержанием ТМ и размером фракций: чаще всего 64–80 % подвижного цинка сосредоточенно во фракции менее 0.25 мм. С увеличением диаметра агрегатов в них снижается концентрация подвижного цинка. В отношении меди такая закономерность не обнаружена. Степень обогащенности пылеватых фракций в почве селитебной зоны в 3.7 раза выше, чем фракции 3–2 мм, а в почве рекреационной зоны – в 2 раза. В нижних горизонтах, содержание подвижной меди примерно одинаковое во всех фракциях обоих разрезов.

Распределение свинца по фракциям происходит иначе. В горизонте UR разреза № 126133 максимальное содержание приурочено к фракциям 1–0.5 и 3–2 мм. А в разрезе № 141146 распределение равномерное по всем фракциям всех изученных горизонтов, также наблюда-

ется плавное снижение содержания свинца вниз по профилю. Такая же закономерность характерна и для погребенной толщи разреза № 126133. Таким образом, можно констатировать, что подвижные формы свинца аккумулируются в более крупных фракциях. Вероятно, это явление связанно с особенностями распределения органического вещества участвующего в формировании структуры, представленного, по мнению ряда авторов, в виде пленок на структурных отдельностях.

Исследование выполнено в рамках инициативного научного проекта базовой части государственного задания Минобрнауки России (шифр 6.6222.2017/БЧ) с использованием оборудования ЦКП «Биотехнология, биомедицина и экологический мониторинг» и ЦКП «Высокие технологии» Южного федерального университета, а также проекта РФФИ 18-34-00754.

Работа рекомендована: д.б.н., проф. О.С. Безугловой; к.б.н., зав. лаб. биогеохимии С.Н. Горбовым.

УДК 631.4

СВОЙСТВА СТРУКТУРНЫХ ФРАКЦИЙ ПОЧВ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ РОСТОВСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

В.С. Титаренко, С.С. Тагивердиев
Южный федеральный университет, ti.vlad11@gmail.com

Органическое вещество, как и в целом, углеродсодержащие почвенные соединения, влияют на особенности структурных отдельностей: их форму, размер, водопрочность. Таким образом, получается, что содержание различных форм углерода является индикатором структурного состояния почв.

В нашем исследовании мы определили содержание органического и неорганического углерода на анализаторе Shimadzu TOC-L в различных структурных фракциях (<0.25; 1–2; 3–5; >5 мм). Сравнение проводили между экранированным урбостратозёмом на погребенном чернозёме бескарбонатном мощном темногумусовом тяжелосуглинистом на лессовидном суглинке и чернозёмом миграционно-сегрегационным высококарбонатным мощным среднегумусированным тяжелосуглинистым на лессовидном суглинке.

Исследования показали, что в среднем по горизонту накопление и органического и неорганического углерода в урбостратозёме характеризуется постепенным снижением вниз по профилю (за исключением горизонтов UR2, UR3). А в чернозёме рекреационной зоны, как и ожи-

далось, наблюдается повышение содержания неорганических и понижение органических форм углерода.

Среднее содержание Сорг. в горизонтах урбик выше, чем в нативном чернозёме, что объясняется загрязнением почв органическими поллютантами. Содержание $C_{орг.}$ во фракциях урбостратозёма имеет закономерное распределение, зависящее от их размера. Пылеватые структурные фракции характеризуются наибольшим накоплением $C_{орг.}$ (в особенности в горизонтах UR2 и UR3, где достигает 34 % и 71 % соответственно), с увеличением размера структурных отдельностей его содержание в них снижается. В чернозёме залежи явной закономерности в отношении распределения гумуса по фракциям структуры не наблюдается. Хотя в гумусово-аккумулятивной толще наибольшие значения по этому показателю отмечены во фракции размерностью менее 0.25 мм. Чаще всего наименьшие значения содержания гумуса приурочены к фракциям 1–2 и 3–5 мм, хотя в горизонте BC выявлена обратная зависимость.

Содержание неорганических форм углерода во фракциях горизонтов урбик увеличивается с диаметром фракции, за исключением горизонта UR4 который имеет иную природу происхождения. В отличие от перекрывающих его насыпных горизонтов, UR4 образован из материала погребенной почвы. Нужно отметить, что содержание неорганического углерода в изученных погребенных горизонтах [A, B1] незначительное, а также существенно ниже, чем в нативных аналогах, поэтому анализ его распределения по фракциям не представляется возможным.

Исследование выполнено в рамках инициативного научного проекта базовой части государственного задания Минобрнауки России (шифр 6.6222.2017/БЧ) с использованием оборудования ЦКП «Биотехнология, биомедицина и экологический мониторинг» и ЦКП «Высокие технологии» Южного федерального университета и гранта РФФИ № 18-34-00754.

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.С. Безугловой, к.б.н., зав. лаб. биогеохимии С.Н. Горбовым.

УДК 631.4

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВОГРУНТАХ И РАСТЕНИЯХ

М. Токтар
Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова, murat-toktar@mail.ru

Объектом исследования являются рекультивированные и естественно восстанавливающиеся территории техногенно-нарушенных земель на юге и востоке Казахстана.

Аналитические данные позволили определить содержание тяжелых металлов в почве как валовых, так и подвижных их форм на юге и востоке Казахстана. Приоритетными элементами загрязнения являются свинец, цинк и медь. Концентрации тяжелых металлов превышают ПДК. По результатам анализов содержание тяжелых металлов в почвах исследуемых объектов по содержанию цинка, меди и свинца превышает предельно допустимые нормы. У растений есть свой естественный защитный барьер для ТМ. Они проникают в растения ступенчато: корень – проводящий орган, листья – запасающий орган. Наиболее защищенным от проникновения ТМ у растений является орган накопления ассимилянтов – плоды, семена. Тем не менее, в одних и тех же растениях содержание химических элементов может быть различным. Это зависит от неодинаковых концентраций в почве подвижных соединений. У растений для сохранения благоприятных для жизнедеятельности концентраций элементов имеется некая защитная система. Но, не смотря на присутствие такой системы, при избыточном поступлении из почвы ионов химических элементов, растения деградируют и погибают. Наиболее крупные загрязнители окружающей среды в Южно-Казахстанской области сосредоточены в городе Шымкенте. Среди них АО ПК «Южполиметалл» расположен на территории города и оказывает существенное влияние на накопление тяжелых металлов в почве и растениях. По данным Н.М. Байсеитовой и других содержание свинца в почве показало, что максимальная концентрация данного элемента характерна для района металлургического производства. Содержание свинца здесь превышает ПДК в 27 раз, а контрольный показатель в 45 раз. Это объясняется тем, что 30–35 % промышленных выбросов оседают на территории производства. Выбросы свинцового завода, оседая на почвенно-растительный покров, загрязняют растения и почву и идет их накопление. Концентрация тяжелых металлов в растениях имеет прямую зависимость от содержания его в почве. Во всех изучаемых растениях максимальная концен-

трация тяжелых металлов отмечена в районе свинцового завода. Результаты проведенных исследований показали, что с увеличением поступления в почву тяжелых металлов, соответственно повышается уровень поглощения тяжелых металлов растениями. По результатам анализов содержание тяжелых металлов в почвах исследуемых объектов по всем элементам превышает предельно допустимые нормы. На опытном участке Шымкентского кирпичного завода содержание подвижной формы свинца превышает ПДК в 1.1–4.3 раза, кадмия в 1.3 раза. Оценка содержания тяжелых металлов в растениях позволяет оценить интенсивность загрязнения окружающей среды. Насыщенность растительной массы тяжелыми металлами в разные фазы развития растений может различаться в 2–3 раза. Химические элементы распределяются по органам незагрязненных растений неравномерно: больше накапливаются в стеблях и листьях, меньше – в органах запасания веществ. Нами были проведены исследования по выявлению загрязнения растений такими тяжелыми металлами как свинец, кадмий и медь. Исследования проводились на травянистых растениях. Данные растения были выбраны не случайно, так как именно злаки являются наиболее чувствительными к содержанию анализируемых элементов. Наши данные на опытном участке отвала 2 Тишинского месторождения показывают, что в травянистых растениях наибольшее скопление тяжелых металлов наблюдалось в опаде и в корнях (0–10 см слое), наименьшее их содержание в укосе. Биологические ряды поглощения элементов в различных органах травянистых растений показывает: укос – Zn>Cu>Pb>Fe; опад – Pb>Zn>Cu>Fe; корни 0–10 Fe>Zn>Pb>Cu; корни 10–20 Fe>Cu>Zn>Pb.

УДК 631. 4

БИОЛОГИЧЕСКАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ФОСФОРИТОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «КОКДЖОН»

М. Токтар, Д.П. Екейбаева, М.Б. Абдрешева
Казахский научно-исследовательский институт почвоведения
и агрохимии им. У.У. Успанова, murat-toktar@mail.ru

По мере развития техногенеза происходят значительные нарушения целостности почвенного покрова вплоть до полного его уничтожения на значительных площадях, что нарушает экологическое состояние отдельных территорий. Особенно в больших масштабах уничтожение почвенного покрова происходит в районах добычи полезных ископаемых открытым (карьерным) способом, на долю которого в настоящее время приходится почти 70 % всей добычи. Объектом исследования

являются отвалы фосфоритового месторождения «Кокджон» Сарысуйского района Жамбылской области. Основное нарушение сельскохозяйственных земель в юго-западной части Жамбылской области связано с добычей и переработкой фосфоритов. Виды нарушений почвенного покрова представлены карьерами, отработанными и действующими промышленными отвалами. Основной источник почвенной влаги на исследуемых объектах – атмосферные осадки, количество и распределение которых во времени зависят от климата данной местности и метеорологических условий. Вторым источником поступления влаги в почвогрунты является конденсация атмосферной влаги на поверхности почвогрунтов и в её верхних слоях (10–15 мм). Результаты по содержанию гумуса свидетельствуют, что процессами почвообразования затронуты верхние слои почвогрунтов отвала и следует отметить яркую связь между содержанием гумуса и распределением растительности в условиях самозаростания. Отвальные породы слабо обеспечены элементами питания. Был произведен горнотехнический этап рекультивации. Планировка поверхности отвала, срезка и засыпка отдельных элементов рельефа, завоз суглинистых пород на выравненную поверхность отвала, создание корнеобитаемого слоя мощностью в 20 см из суглинков для биологического этапа рекультивации. После горнотехнической рекультивации проведен этап биологической рекультивации. Суглинистые породы содержат незначительное количество полевой влаги. В весенний период влаги в 2 раза выше, чем осенью. Объемная масса составляет 1.4 г/см^3. Гранулометрический состав суглинистой породы, в основном состоят из крупнопылеватой фракции. Содержание гумуса в суглинках соответствует гумусу почвообразующей породы. Суглинки мало обеспечены элементами питания, карбонатные, обладают малой емкостью поглощения. Суглинистая порода, использованная в рекультивации, засолена из анионов преобладает анион сульфата, из катионов преобладает катион кальция. В составе суглинистой породы имеются тяжелые металлы в основном в пределах ПДК, и лишь валовые формы цинка и свинца превышают ПДК в 1.5–2 раза, подвижный свинец превышает ПДК в 2 раза. Из 750 саженцев прижились 30 древесно-кустарниковых пород (4 %), отмечается прирост, кустистость, листовые пластины средней величины, проявляется ксероморфность. За вегетационный период наиболее устойчивые к экстремальным условиям промышленных отвалов при рекультивационных работах оказались тамарикс, карагач, саксаул и лох узколистный. Но следует отметить, что в следующем году некоторые породы взойдут, так как прикорневая и корневая часть их не погибла и находится в состоянии покоя. Из травянистых растений взошли люцер-

на, эспарцет, злаки и их травосмеси. Всходы редкие, неравномерные, отдельными пятнами. Из посаженных фитомелиорантов-кустарников 31 растение зеленные, из них черный саксаул – 9, тамарикс – 10, карагач (вяз) – 10, лох узколистный – 2. А остальные находятся в фазе покоя и в стадии реабилитации. Обследование территории на изучение процесса почвообразования на естественно зарастающих участках отвала месторождения Кокджон показала, что основную часть территории отвала занимают инициальные эмбриоземы. Так, на отвалах месторождения Кокджон восстановление растительности и почвенного покрова остановилось на первой стадии. Это обусловлено в первую очередь засушливыми условиями данной территории, во вторую очередь неблагоприятными свойствами почвообразующего субстрата (высокая плотность и каменистость).

УДК 504

ВЛИЯНИЕ АЭРАЛЬНЫХ ПЫЛЕВЫХ ВЫПАДЕНИЙ ТРАНСПОРТНОЙ ЗОНЫ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В МОДЕЛЬНЫХ КОНСТРУКТОЗЁМАХ

Г.А. Узеньков
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Raznyeinter@yandex.ru

В крупных городах основной вклад в загрязнение окружающей среды вносит автотранспортный комплекс, на долю которого в суммарном объёме антропогенных выбросов приходится по разным оценкам от 70 до 90 %. Наибольшие уровни загрязнения фиксируются на территориях, приуроченных к местам транспортных затруднений и внутри тоннелей. На поверхность городских почв, примыкающих к дорожному полотну, поступает основная масса загрязняющих веществ в виде мелкодисперсных частиц с сорбированными органическими веществами, которые представляют серьезную угрозу для здоровья населения. В городах большинство почв, расположенных возле кромки проезжей части автодороги, представляет собой почвоподобные техногенные поверхностные конструкции (ТПК) со сменяемым верхним слоем грунта. Основной экологической функцией таких ТПК является сорбционная – они должны надежно удерживать поступающие в них поллютанты и не являться вторичным источником негативного воздействия на другие природные среды и человека. Изучение функционирования таких почв

и динамики накопления загрязняющих веществ в их верхних слоях является важной задачей экологического контроля и мониторинга.

Целью данной работы было исследовать распределение полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в пределах техногенных поверхностных конструкций в условиях загрязнения пылевыми выпадениями, поступающими с автотранспортной магистрали.

Объектами исследования были: 1. пылевые выпадения с обочин эстакады; 2. модельные ТПК (конструктоземы), заложенные на опытных площадках почвенного стационара, представляющие собой почвоподобные структуры трёх типов: урбанозём (Aur) (0–18 см), слоистая (0–6 см – Aur; 6–12 см – низинный торф; 12–18 см – слой кварцевого песка); смешанная (0–18 см – смесь торфа, песка и Aur); 3. колоночные конструкции, представлявшие собой слоистую структуру (0–6 см – Aur; 6–12 см – низинный торф; 12–18 см – слой кварцевого песка).

Образцы отбирали почвенным буром послойно на всю глубину ТПК в июле (вегетационный период), апреле (после окончания снеготаяния). Из колоночного эксперимента пробы были отобраны после окончания эксперимента при послойном разборе колонок. Пробы почвы высушивали, гомогенизировали и пропускали через сито с размером пор 1 мм. Для образцов определяли pH, удельную электропроводность, элементный состав, содержание анионов, нефтепродуктов (НП) и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ).

Проведённое исследование показало, что в отобранной с обочины автодороги пыли содержание нефтепродуктов составило 1886 мкг/г, суммарное содержание ПАУ – 2.55 мкг/г. В составе ПАУ верхних слоев всех ТПК преобладают фенантрен, флюорантен и бенз(b)флюорантен. Суммарное содержание ПАУ в модельных конструктоземах составляло 0.48–0.72 мкг/г. В ходе полевого опыта происходит снижение содержания ПАУ в 1.3–1.5 раза в верхних слоях незагрязненных вариантов ТПК в результате биодеградации. Содержание ПАУ в вариантах с внесением пыли было выше в 1.4–1.8 раз по сравнению с незагрязненными конструктоземами.

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

УДК 631.415

ПРИМЕНЕНИЕ СОРБЕНТОВ В ЦЕЛЯХ ДЕТОКСИКАЦИИ ЗАГРЯЗНЁННЫХ СВИНЦОМ ПОЧВ

М.Ю. Фомина
Курский государственный университет, FominaMaria0207@yandex.ru

Количество загрязненных тяжелыми металлами почв ежегодно увеличивается. В зонах же с повышенным антропогенным воздействием показатели их содержания могут уходить далеко за границы предельно допустимых концентраций. Свинец является наиболее распространенным загрязнителем в промышленных районах г. Курска. Ведущими источниками поступления свинца являются: металлургия, химическая промышленность, теплотехника, горнодобывающая промышленность, транспортные средства, ТБО и т.д. Широко используемый метод фиторемидиации теряет свою эффективность на почвах подвергающихся такому мощному антропогенному прессу, кроме того рост большинства растений ингибируется чрезмерно высокими концентрациями свинца. Поэтому, в настоящее время, крайне важными являются технологии, позволяющие снизить токсичность почв и увеличить экологическую стойкость и срок службы почво-грунтовых конструкций в урбосреде. Использование органических и минеральных сорбентов способствует снижению подвижных форм ТМ. Тяжелые металлы при взаимодействии с ним образуют слаборастворимые комплексы, что резко снижает их токсический эффект, за счет уменьшения миграции и транслокации их в другие компоненты окружающей среды.

Для изучения действия сорбента на иммобилизацию ТМ первоначально было изучено состояние почв основных катен южной промышленной зоны и прилегающих к ней территорий г. Курска. Участки отбора располагались в эллювиальных и транссупераквальных элементарных геохимических ландшафтах. Характерные типы почв данной территории урбанозем на основе выщелоченного чернозема, урбочернозем, аллювиально-пойменная глееватая. Экспериментально полученные значения массовых концентраций валовых форм меди, цинка и никеля в почвах урбанозема превышали региональный фон в 2.9, 1.5 и 1.6 раза соответственно. Содержания валовых форм свинца и кадмия на данном участке выше ПДК в 3.9 и 1.4 раза. Превышения ПДК подвижных форм отмечено только у свинца (3.8 раза). Такой широкий спектр загрязняющих элементов объясняется расположением участка в непосредственной близости от промышленно-активных производственных предприятий (ТЭЦ-1, завод «Аккумулятор», завод РТИ).

В лабораторных условиях проводилось испытание различных доз сорбента, состоящего из смеси сапропеля и извести в соотношении 1:5, на предмет снижения мобильности свинца в искусственно загрязненной свинцом серой почве (доза 5 ПДК подвижной формы) при экспозиции опыта сроком 6 месяцев. В ходе анализа полученных данных отметили, что при внесении сорбента мобильность свинца резко снижается, на 82.5–89.8 % относительно контроля. Это объясняется внесением тонкодисперсной фракции в составе сапропеля, что увеличивает емкость почвенного поглощающего комплекса и обеспечивает сорбцию свинца на минеральных и органо-минеральных коллоидах. Максимально эффективная доза сорбента снижающая количество подвижного свинца, отмечена при его внесении в дозе 20 т/га.

Полученные результаты в ходе выполнения эксперимента позволяют утверждать, что применение сорбента на основе извести и сапропеля эффективно снижают концентрации подвижных форм свинца в загрязненных почвах.

Работа выполнена при поддержке гранта Фонда содействия инновациям договор № 11401ГУ/2017 и Гранта Федерального агентства по делам молодежи – Соглашение № 10-Р от 28.11.2017.

Работа рекомендована к.б.н., ст. преп. Н.П. Неведровым.

УДК 6 30*114.262:581.1

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ НЕФТЕПРОДУКТАМИ НА УРОВЕНЬ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РАСТЕНИЙ ФОСФОРОМ

А.Н. Хрептугова
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
khreptugova@mail.ru

Одной из важнейших экологических проблем современности является загрязнение окружающей среды нефтью и нефтепродуктами (НП). При попадании поллютанта в почву происходят глубокие и часто необратимые изменения ее важнейших свойств, что сказывается на плодородии, а также приводит к отторжению загрязненных земель из хозяйственного использования.

Именно поэтому актуальным является проведение работ по рекультивации нефтезагрязненных земель, а также изучение влияния агрохимических факторов на восстановление экологического состояние окружающей среды. Проблема охраны почвенных ресурсов от нефте-

загрязнения имеет первостепенное значение особенно на черноземах России, как наиболее ценных почв с точки зрениях сельскохозяйственного использования.

Цель работы заключается в исследовании зависимости обеспеченности растений фосфором от степени загрязнения чернозема типичного нефтью.

Исследование было проведено в вегетационном опыте при выращивании яровой пшеницы сорта «Злата» (*Triticum aestivum* L.*)* на черноземе типичном в трёхкратной повторности. В опыте изучались следующие варианты: контроль (без загрязнения), содержание в почве нефти 1000 мг/кг и 3000 мг/кг (давность загрязнения 2 года). В течении опыта проводились фенологические наблюдение за ростом и развитием яровой пшеницы. После окончания опыта произведен учет надземной и корневой биомассы растений и определено содержание в ней основных макроэлементов (азота, фосфора, калия). Почва была проанализирована на следующие показатели: pH солевой вытяжки, содержание гумуса по Тюрину, содержание нефти методом ИК-спектрометрии, подвижные форм фосфора по методу Чирикова, степень подвижности фосфатов по методу Карпинского-Замятиной.

По итогам опыта агрохимическая характеристика изученной почвы оказалась следующей: pH_{KCl} 6.5–6.8; содержание подвижных форм фосфора во всех вариантах колебалось в пределах от 176.0 до 203.0 мг/кг почвы, что соответствует высокой степени обеспеченности растений этим элементом; по содержанию обменного калия варианты контроль и НП 1000 мг/кг почвы характеризовалась высокой степенью обеспеченности, а вариант НП 3000 мг/кг почвы – повышенной.

В варианте загрязнения почвы дозой НП 3000 мг/кг наблюдалась задержка появления всходов, биомасса корней и вегетативной части была ниже, по сравнению с другими образцами опыта, однако это уменьшение носило характер тенденции. Содержание фосфора в вегетативной массе всех изученных вариантов находилось в пределах нормы для яровой пшеницы: максимальное значение отмечено в варианте контроль и составило 0.21 %, в варианте с дозой НП 1000 мг/кг почвы – 0.19 % и в варианте с дозой загрязнения НП 3000 мг/кг –0.16 %. В корнях биомассы содержание фосфора в контрольном варианте составило 0.27 %, при дозе загрязнения НП 1000 мг/кг – 0.21 %, и 0.16 % в варианте с загрязнением НП 3000 мг/кг.

По результатам опыта можно сделать вывод, что на черноземе типичном загрязнение почвы нефтепродуктами давностью в 2 года в дозах 1000 мг/кг и 3000 мг/кг оказало негативное влияние на рост и раз-

витие растений яровой пшеницы и на уровень обеспеченности растений фосфором, однако значимым оно не является.

Работа рекомендована к.б.н., А.В. Арзамазовой.

УДК 631.4

ВЛИЯНИЕ КАЛИЯ НА НАКОПЛЕНИЕ Cs-137 РАСТЕНИЯМИ ЛЬНА ИЗ ПОЧВЫ

К.И. Цивка
Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
ks.tsivka@icloud.com

Цезий-137 – один из главных компонентов радиоактивного загрязнения биосферы. Выброс радиоактивного цезия в окружающую среду происходит в основном в результате испытаний ядерного оружия и аварий на предприятиях атомной энергетики.

Целью работы явилось установление коэффициентов накопления искусственного радионуклида Cs-137 в растениях льна из почвы. Опыт проводился на дерново-подзолистой среднесуглинистой среднекислой почве, ближе к сильнокислой (pH_{KCl} 4.58); гидролитическая кислотность – 3.26 ммоль/100 г почвы, содержание органического вещества высокое, содержание подвижных соединений калия повышенное – 140 мг/кг. В ходе лабораторного опыта в почву был внесен раствор с радиоактивным цезием на фоне применения минеральных удобрений. Единственным различием в схеме опыта была доза калийного удобрения (табл.). Эксперимент проведен в трехкратной повторности. После уборки опыта содержание Cs-137 в почве и его концентрация в растениях были определены радиометрическим методом на сцинтилляционном гамма-спектрометре фирмы «РАДЭК».

Таблица. Показатели распределения Cs-137 в системе почва-растение.

Схема опыта	Уд. активность в растворе, Бк/кг	Уд. активность в растениях, Бк/кг	$КН_{ж}$	$КН_{тв}\cdot10^{-3}$
Фон	492.5	492.5±49.0	27.56	46.7
Фон + $К_{0.06}$	58.3	58.3±5.8	0.45	5.47
Фон + $К_{0.08}$	54.5	54.5±5.4	1.46	5.15
Фон + $К_{0.10}$	31.7	31.7±3.2	2.19	3.01
Фон + $К_{0.12}$	20.2	20.2±2.0	1.86	1.91
R (от дозы $К_2О$)	–0.88	–0.97	0.85	–0.97

Для оценки процессов накопления радиоцезия в растениях можно использовать коэффициент накопления, который рассчитывают как отношение средней удельной активности радиоцезия в растениях льна к его средней удельной активности в почве:

$$KH = \frac{A_p}{A_n},$$

где *КН* – коэффициент накопления; *Ар* – удельная активность радиоцезия в растениях льна, Бк/кг; *Ап* – удельная активность радиоцезия в почве, Бк/кг. Расчет коэффициентов накопления радиоцезия в растениях был сделан по отношению к содержанию Cs-137 в почвенном растворе ($КН_{ж}$) и по отношению к содержанию радионуклида в твердой фазе почвы ($КН_{тв}$). Корреляционный анализ зависимости показателей накопления Cs-137 растениями льна от содержания калия в почве был выполнен без учета контрольного варианта (табл.). Он показал, что увеличение содержания калия в почве сопровождается снижением удельной активности Cs-137 в почвенном растворе и в растениях.

Теснота и направление корреляционной зависимости между *КН* радиоцезия в растениях и содержанием калия в почве зависели от методики расчета *КН*. Между $КН_{ж}$ и содержанием калия наблюдалась тесная прямолинейная зависимость. Между $КН_{тв}$ и содержанием калия – обратная зависимость.

Работа рекомендована к.б.н., доц. М.А. Ефремовой.

УДК 631.41

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПШЕНИЦЕ МЯГКОЙ (*TRITICUM AESTIVUM*)

В.А. Чаплыгин
Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского Южного федерального университета, Ростов-на-Дону
otshelnic87.ru@mail.ru

Среди экологических проблем защиты окружающей среды от техногенного загрязнения все большее внимание уделяется агроэкосистемам – основным факторам обеспечения продовольственной безопасности государств.

Избыточное накопление тяжелых металлов (ТМ) в растениеводческой продукции, которая используется для кормовых и продовольственных целей, представляет серьезную угрозу здоровью человека и жи-

вотных. В отличие от органических загрязнителей, биодеградации ТМ не происходит и, следовательно, они непрерывно накапливаются в окружающей среде.

Площадки мониторинга расположены на расстоянии от 1.6 до 2.2 км от филиала ОГК-2 «Новочеркасская» ГРЭС (НчГРЭС), крупнейшего в Ростовской области предприятия топливо-энергетического комплекса. Не смотря на близкое расположение к НчГРЭС, в пределах 1.6–2.2 км от предприятия встречаются поля, засеянные масличными и зерновыми культурами, в том числе пшеницей мягкой (*Triticum aestivum*). Растения отбирались в первой декаде июля 2014–2017 гг. в фазу полной спелости озимой пшеницы.

Сельскохозяйственные угодья, на которых выращивается пшеница, подвергаются техногенному загрязнению выбросами НчГРЭС. В зерне пшеницы мягкой (*Triticum aestivum*) отмечается превышение ПДК для Pb в 2–10 раз на всех площадках, для Zn в 1.3 на площадке № 1 и для Cd в 1.2–4.1 раза на площадках № 1, № 2, № 4 (табл.).

Zn, Mn, Cr, Ni аккумулируются преимущественно в корнях пшеницы по сравнению с надземной частью, Cd – в надземной части растения, однако содержание данных элементов в зерне пшеницы превосходит их концентрацию в стеблях и листьях. Содержание Pb составляет 0.6–4.0 мг/кг в соломе и 1–5 мг/кг (2–10 ПДК) в зерне.

Наибольшую устойчивость к загрязнению различными элементами проявляют генеративные органы растений, однако в растениях пшеницы содержание Zn, Mn и Cd в зерне выше, чем в корневой системе (табл.). Это указывает на низкую устойчивость пшеницы к загрязнению данными элементами.

Работа поддержана грантом РФФИ 16-35-60055 мол_а_дк.

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

Таблица. Содержание тяжелых металлов в культурных и дикорастущих травянистых растениях на мониторинговых площадках, мг/кг (среднее за 2014–2017 гг.).

№ площадки	Направление и расстояние от НчГРЭС, км	Mn	Zn	Cr	Cu	Pb	Ni	Cd
		Пшеница мягкая (*Triticum aestivum*)						
1	1.6 СЗ	58/52/38	22/36/**63**	18/12/8	8/8/9	3.1/4.2/**4.2**	6.6/8.6/3.2	1.60/1.83/**0.37**
2	1.5 С	29/41/31	10/12/38	16/11/10	5/7/7	4.0/6.0/**5.0**	1.9/2.8/2.2	0.51/0.72/**0.41**
3	2.2 ЮВ	45/52/20	6/9/19	4/6/6	4/5/5	1.0/0.6/**1.2**	0.9/1.5/1.0	0.29/0.40/0.05
4	2.1 В	17/25/30	7/10/45	5/4/4	2/3/4	0.6/0.6/**1.1**	1.6/2.1/1.2	0.14/0.07/**0.12**
ПДК для продовольственного сырья и пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2.560-96)		–	50	–	10.0	0.5	–	0.1

Примечание: через дробь указаны надземная часть/корни/семена, полужирным шрифтом выделено превышение ПДК для продовольственного и лекарственного сырья.

Секция III

Минеральная матрица почв и ее изменение под антропогенным воздействием

УДК631.433.3

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕРОДА В ЗАЛЕЖНЫХ ПОЧВАХ

Ю.И. Баева
Российский университет дружбы народов, Москва,
baeva_yui@rudn.university

Агроценозы после выведения их из сельскохозяйственного оборота вступают в сложный процесс самовосстановления, идущий в направлении исходного зонального типа [1]. Смена растительных сообществ на бывших пахотных почвах неизбежно отражается на свойствах почвенного покрова, где также идет процесс восстановления почвенного плодородия, который сопровождается увеличением содержания органического углерода [2, 3].

В рамках настоящих исследований был проведен сравнительный анализ изменения содержания углерода в различных типах почв (дерново-подзолистой, серой лесной и черноземе обыкновенном) в ходе их постагрогенной эволюции.

Объектами исследования послужили три сукцессионных хроноряда, расположенные в: 1. Мантуровском районе Костромской области (дерново-подзолистая почва, зона южной тайги); 2. окрестностях г. Пущино Московской области (серая лесная почва, хвойно-широколиственная зона) [2]; 3. д. Недвиговка, Ростовской области (чернозем обыкновенный, степная зона). Определение содержания органического углерода (Сорг) проводили на базе Института физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН (г. Пущино) в смешанных образцах почв, отобранных методом конверта из слоя 0–20 см, на автоматическом CHNS-анализаторе (Leco, США) в 3-х кратной повторности.

Проведенные исследования показали, что в почвах всех рассмотренных нами типов происходит достоверное увеличение запасов органического углерода в ряду пашня – залежи – лес, особенно в бывшем пахотном горизонте. Однако, при смене природно-климатических зон (от южно-таежной к степной) вышеуказанные изменения содержания Сорг в ходе постагрогенной сукцессии ослабевают в ряду: дерново-подзолистая почва – серая лесная почва – чернозем обыкновенный. Так, в дерново-подзолистой почве под лесом значение Сорг в 4.7 раза выше, чем на пахотных почвах. В хроноряду на серой лесной почве такое превышение составляет 2.3 раза, а в черноземе обыкновенном – 1.4 раза. При этом наиболее существенный рост содержания Сорг в черноземах наблюдается только на заключительных стадиях сукцессии. Это обу-

словлено, по-видимому, с одной стороны, более низкой продуктивностью луговой растительности в степной зоне, чем в зонах южной тайги и широколиственных лесов, с другой – большей устойчивостью органического вещества черноземных почв к деградации в результате их сельскохозяйственного использования [1, 3].

В хроноряду залежей на дерново-подзолистой почве с развитием лесной растительности на процесс гумусонакопления накладывается процесс элювиирования органического вещества. Вследствие этого, на залежи 35 лет наблюдается некоторое обеднение верхней минеральной части профиля органическим веществом по сравнению с залежью 13-летнего возраста. Однако во вторичном елово-березовом лесу вследствие формирования полноценной лесной подстилки обогащенность углеродом верхней части минерального горизонта снова возрастает, и содержание Сорг достигает здесь 7.6±0.6 % за счет грубогумусных соединений подстилки, которые благодаря жизнедеятельности мезофауны перемешиваются с минеральной матрицей верхнего слоя почвы.

Литература

1. *Васенев И.И.* Почвенные сукцессии. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. 400 с.

2. *Baeva Yu.I., Kurganova I.N., Lopes de Gerenyu V.O., Pochikalov A.V., Kudeyarov V.N.* Changes in Physical Properties and Carbon Stocks of Gray Forest Soils in the Southern Part of Moscow Region during Postagrogenic Evolution. – Eurasian Soil Science, vol. 50, № 3, p. 327–334.

3. *Kalinina O., Goryachkin S.V., Lyuri D.I., Giani L.* Post-agrogenic development of vegetation, soils and carbon stocks under self-restoration in different climatic zones of European Russia. – Catena, 129, 2015. p. 18–29.

УДК 614.76631.4

ВЛИЯНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ НА УГЛЕВОДОРОДНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ (КАШПИРСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ, САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.Д. Белик
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
ms.anna.belik@gmail.com

Представление об углеводородном состоянии (УВС) почв было введено в литературу Пиковским и Геннадиевым (2008) и включает сведения о количественных и качественных характеристиках почвенных углеводородов (УВ), а также соотношение газовой, битумоидной и по-

лиареновой составляющих суммы УВ. На данный момент различают четыре типа УВС почв: биогеохимический, эманационный, инъекционный, атмоседиментационный. Особый интерес представляет эманационный тип УВС, поскольку он приурочен к территориям углеводородных месторождений и сведения о нем могут быть использованы при поисковых работах. По имеющимся представлениям, эманационный тип характеризуется повышенным содержанием углеводородных газов (УВГ), поступающих из глубинных слоев литосферы или подпочвенных линз УВ. Но это явление изучалось на примерах месторождений жидкого и газообразного углеводородного сырья, в то время как твердые УВ могут оказывать иное влияние.

Кашпирское месторождение горючих сланцев является частью Волжского сланцевого бассейна, одного из крупнейших в России. На его примере можно выявить наличие или отсутствие влияния месторождений твердого углеводородного сырья, в частности – горючих сланцев, на УВС почв. Материалы собраны и обработаны в рамках проекта РНФ № 14-17-00193 «Углеводородное состояние почв в ландшафтах».

В пределах фоновой территории, приуроченной к пашне примерно в 5 км от границы месторождения, сумма битумоидов была ниже предела обнаружения во всех почвенных горизонтах (<5 мг/кг), количества ПАУ очень малы. Сумма УВГ равна 61.9 ppmv. Преобладают метан и этилен, в верхнем горизонте обнаружены также этан, пропан и бутан. Максимум УВГ обнаруживался в верхних горизонтах.

В почвах, опробованных в ареале месторождения, содержание битумоидов варьировало от 5 до 45 мг/кг. Количество ПАУ в почвах было небольшим, но на порядок выше по сравнению с фоном. Были идентифицированы 10 ПАУ из исследуемых 11. Максимальные концентрации ПАУ были приурочены к срединным горизонтам почв (au/bi). Рассчитанные отношения между различными ПАУ свидетельствуют в пользу петрогенности данных соединений. Однако есть некоторая вероятность того, что это результат былой техногенной нагрузки на почвы, что следует проверить при дальнейших исследованиях.

Сумма УВГ в почве над месторождением меньше, чем на фоне (от 10.5 до 12.2 ppmv против 61.9 ppmv), но распределением по профилю они различаются: над месторождением сумма газов увеличивается сверху вниз, в фоновой почве – наоборот. Тяжелые газы появляются в нижних горизонтах почв. Если сравнить эти данные с опубликованными, полученными для нефтяного месторождения, то профильное распределение газов в почвах такое же, как над месторождением жидких УВ, а количество несколько меньше.

Можно сделать вывод о том, что УВС почв на территории Кашпирского месторождения испытывает влияние данного геологического объекта, что отражается на УВС почв. В изученных почвах над месторождением сумма УВГ меньше, тяжелые газы появляются в нижних горизонтах. Количество битумоидов и ПАУ в почвах на территории месторождения повышенное по сравнению с фоном, а состав их весьма разнообразен, но механизм привнесения этих УВ в почву требует уточнений. Влияние геологического фактора на УВС почв выражено слабее, чем в почвах над нефтяным месторождением.

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

УДК 502.6+504.53

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ КАК ИНДИКАТОРЫ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЧВЫ п. СОЛОВЕЦКИЙ

А.А. Богданова
Северный (Арктический) федеральный университет
им. М.В. Ломоносова, Архангельск boni85@yandex.ru

Соловецкий архипелаг и пятикилометровая акватория Белого моря, включены в состав особо охраняемой территории – Федерального государственного учреждения «Соловецкий государственный историко-архитектурный и природный музей-заповедник». В условиях, когда в туристический сезон увеличивается в несколько раз поток паломников и туристов актуальным является мониторинг экологического состояния окружающей среды острова. Особое внимание уделяется экологическому состоянию почвенного покрова.

В качестве объектов исследования были выбраны почвы поселка Соловецкий с различной степенью антропогенной нагрузки. Пробные площади (ПП) были заложены вокруг свалки, котельной, в Сухом Доке в 2017 г. В качестве контрольной (фоновой) была выбрана ПП без антропогенной нагрузки. Для определения экологического состояния почвенного покрова были проанализированы основные показателями: кислотность (актуальная, обменная), гидролитическая кислотность, сумма поглощенных оснований, емкость катионного обмена и степень насыщенности почв основаниями.

Анализ физико-химических параметров показал, что средняя актуальная кислотность ($pH_{водн.}$) исследованных почв поселка Соловецкий составляет 6.08 при среднем фоновом значении 5.69. Таким образом,

антропогенная нагрузка на почвы поселка приводит к сдвигу pH в щелочную сторону, снижая миграцию химических элементов и увеличивая их аккумуляцию в этих почвах по сравнению с природными.

Средние значения обменной ($pH_{солев.}$) и гидролитической кислотностей колеблются в более широких пределах: фоновые почвы имеют $pH_{солев.}$= 4.68 (близкие к нейтральным), а почвы поселка – 0.17–6.70. При оптимальной гидролитической кислотности для почв сельскохозяйственного использования в 1–3 мг-экв./100 г, средняя гидролитическая кислотность фоновых почв составила 1.31 мг-экв./100 г, а почв поселка – 0.31–2.86 мг-экв./100 г.

Поглощённые на поверхности ППК катионы Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, NH_4^{+}, Al^{3+}, Na^{+}, H^{+} и др. оказывают сильное влияние на состав почвенного раствора. Эти обменно-поглощённые катионы не вымываются из почвы и в то же время они вытесняются в почвенный раствор катионами растворимых солей и усваиваются растениями. По величине ёмкости поглощения судят о способности ППК почвы удерживать в обменном состоянии определённое количество катионов из почвенного раствора.

Средняя сумма обменных оснований в фоновых почвах ниже 2.00 мг-экв./100 г, в то время как в почвах поселка она колеблется от 2.56 до 8.13 мг-экв./100 г. Емкость катионного обмена (ЕКО) также в почвах поселка гораздо выше, чем в фоновых почвах и составляет: 3.31–8.60 мг-экв./100 г и 3.26 мг-экв./100 г, соответственно.

Степень насыщенности почв основаниями (СНО) даёт весьма ценную ориентировку при обосновании необходимости известкования и возможности использования фосфоритной муки. Что учитывается при определении нуждаемости почв в извести и обосновании доз известковых удобрений. СНО фоновых почв составляет 68 %. 70 % почв поселка насыщены основаниями на 70–94 %, а 30 % почв поселка – только на 41–63 %.

Таким образом, антропогенная нагрузка оказывает существенное влияние на изменение физико-химических параметров почв поселка Большой Соловецкий. Однако для обоснования полученных результатов требуются дополнительные исследования.

Работа рекомендована д.б.н., к.х.н., профессором САФУ Л.Ф. Поповой.

УДК 631.453

СОДЕРЖАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНОГЕННОМ ГОРИЗОНТЕ Al-Fe-ГУМУСОВЫХ ПОДЗОЛОВ В УСЛОВИЯХ ИСКУССТВЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ

М.С. Бондаренко
ФГБУН Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург, mbondarenko@binran.ru

Под воздействием выбросов в атмосферу SO_2 совместно с полиметаллической пылью комбинатами черной и цветной металлургии наблюдается разрушение лесных экосистем, однако в природных условиях невозможно разделить токсический эффект газообразных и твердых поллютантов. В связи с этим, в фоновых сосновых лесах Кольского полуострова, где отсутствуют видимые повреждения растений, был заложен полевой эксперимент по искусственному загрязнению лесных экосистем полиметаллической пылью, отобранной с электрофильтров цеха рудной плавки комбината «Североникель». Рассыпание полиметаллической пыли привело к пространственно-неравномерному загрязнению Al-Fe-гумусовых подзолов.

Целью исследования является определение содержания различных форм Ni, Cu, Co в органогенном горизонте подзолов в условиях полевого эксперимента.

В период 2011–2016 гг. на каждом из трех экспериментальных участков было заложено по 50 учетных площадок размером 50×50 см по градиенту снижения проективного покрытия кустистых лишайников рода *Cladina*, на которых был проведен отбор почвенных образцов. Для оценки степени биологической доступности и подвижности различных форм тяжелых металлов (ТМ) использовали три вытяжки из почв: водную, ацетатно-аммонийную (CH_3COONH_4, pH=4.8) и кислотную (1 н. HCl). Содержание ионов Ni, Cu и Co в вытяжках определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии в двух повторностях. Оценку достоверности различий проводили по критерию Манна–Уитни.

Наименьшее содержание ионов ТМ обнаружено в водной вытяжке из почвенных образцов экспериментальных участков, где концентрации ионов Ni и Cu достоверно больше в 1.2–2 и 3–9.5 раза соответственно, по сравнению с контрольными значениями, содержание Co в водной вытяжке оказалось ниже предела его обнаружения. В ацетатно-аммонийной вытяжке из почвенных образцов экспериментальных участков концентрации подвижных форм ТМ больше, чем в контрольных: Ni – в 9–14 раз, Cu – в 29–48 раз. Максимальные концентрации ТМ

в почвенных образцах обнаружены в кислотной вытяжке из органогенного горизонта подзолов экспериментальных участков, где они варьируют: Ni – 9–260, Cu –22–615, Co – 1–10.3 мг/кг, и в среднем составляют 58, 200 и 3.0 мг/кг соответственно. Эти значения в 2–7 раз больше содержания подвижных форм ТМ в ацетатно-аммонийной вытяжке и в 36–60 раз больше содержания водорастворимых форм ТМ в органогенном горизонте загрязненных подзолов.

Сравнительный анализ содержания различных форм ТМ в лесных подстилках сосняков лишайникового и лишайниково-зеленомошного типов выявил неоднозначную картину. Содержание водорастворимых форм ТМ достоверно не различалось в разных типах сообществ; концентрации подвижных форм ТМ были меньше в подстилке лишайниково-зеленомошного сосняка, чем таковые в лишайниковых сосняках; содержание кислоторастворимых форм Ni было достоверно меньше в первом типе сообществ, а концентрации этих же форм Cu и Co достоверно не различались в разных типах сосновых лесов.

Таким образом, в кислотную вытяжку из органогенного горизонта загрязненных подзолов переходит максимальное количество мобильных форм ТМ доступных для растений.

Работа рекомендована научным руководителем, д.б.н., в.н.с. И.В. Лянгузовой.

УДК 631.4

ИЗМЕНЕНИЕ КАРБОНАТНОГО СОСТОЯНИЯ В ЗАЛЕЖНЫХ ЧЕРНОЗЕМАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ (ЗАКАЗНИК «СТЕПИ ПРИАЗОВЬЯ»)

А.М. Булышева[1], Н.О. Бакунович[2]
[1]Санкт-Петербургский государственный университет,
[2]Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, anny_by@mail.ru

Изучение агротехногенной эволюции почв важно для понимания последствий влияния человеческой деятельности на природные системы. Сельскохозяйственное освоение почв приводит к изменению их режимов, что отражается не только на их гумусовом состоянии, которое чаще всего изучается в агропочвах, но и на карбонатном состоянии, которое изучено недостаточно. Функции аккумуляции карбонатов в педосфере в субаридных и аридных регионах Евразии сопоставимы с тако-

выми для гумуса. В понятие «педогенный» углерод, помимо органического углерода, необходимо включать и углерод карбонатов.

Цель исследования – выявление изменчивости карбонатного состояния в хроносериях постагрогенных почв заказника «Степи Приазовья» Ростовской области.

Объектом исследования является хроноряд постагрогенных агрочерноземов сегрегационных, находящихся на разных стадиях восстановления: 86, 30, 20, 14 лет на опытном поле Южного федерального университета. В качестве контроля был изучен агрочернозем сегрегационный, расположенный под пашней. Все разрезы были заложены на участках с одинаковыми литогеоморфологическими условиями.

В верхней гумусированной части профиля самое высокое содержание карбонатов обнаружено в пахотной почве. Затем, нарушая общепринятую закономерность, следует почва 86-летней залежи. Далее в порядке убывания содержания карбонатов идут почвы 14-, 20- и 30-летней залежей. На глубине 80–90 см содержание карбонатов у всех почв хроноряда становится приблизительно равным. В нижней части профиля и в почвообразующей породе содержание карбонатов падает в ряду почв: 14- и 20-летней залежей, пашни, 86- и 30-летней залежей.

Горизонты АВ в черноземах пахотном и залежных 20 и 14 лет имеют белесоватый оттенок от карбонатной пропитки и выпотов, чего не наблюдается в почвах залежей 30 и 86 лет. Наличие миграционных (подвижных) форм карбонатных новообразований (КНО) в почве под пашней и «молодыми» залежами и их отсутствие (или значительно меньшее присутствие) в почвах под залежами большего возраста свидетельствует о более быстром иссушении профиля в условиях залежи, что сокращает период восходящих токов влаги и препятствует активной миграции растворов. В нижних горизонтах только почв 14-летней залежи и пашни обнаружена белоглазка с твердым ядром (переходная форма от белоглазки к журавчикам), что говорит о дополнительном увлажнении нижних горизонтов этих почв во время осенне-весенних осадков, когда пахотные почвы лишены растительного покрова. Указанная форма КНО в почве 14-ти летней залежи является предположительно остаточной – слишком мало времени прошло, чтобы она успела трансформироваться в новых условиях.

Карбонаты в почве 14-летней залежи имеют самые «древние» ^{14}C-даты. Предположительно, это связано с растительностью, произрастающей на этом участке, которая имеет мощную корневую систему. Эта растительность вытягивает воду с растворенными карбонатами, имеющими значительный возраст, с большей глубины, ближе к дневной поверхности.

Черноземы 86-летних и 30-летних бывших пахотных земель имеют одинаковые значения ^{14}C-дат для карбонатов. По нашему мнению, это указывает на то, что карбонаты успели «перестроиться» и получили новое стабильное состояние по сравнению с пахотной почвой.

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

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

УДК 631.48

КРАТКОСРОЧНАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ТРИОКТАЭДРИЧЕСКОЙ СЛЮДЫ В ГОРИЗОНТЕ AEL ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

А.А. Воробьева
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
vorobyova_96@list.ru

В подзолистых суглинистых почвах слюды наиболее быстро трансформируются в горизонте AEL, в котором наиболее интенсивно функционирует биота, содержится максимальное количество органического углерода и который характеризуется наиболее низкими значениями pH по сравнению с другими минеральными горизонтами почвенного профиля. Трансформация слюд в подзолистой почве происходит через стадии образования смешанослойных структур, содержащих слои лабильных алюмосиликатов. В зависимости от глубины и направления процессов трансформации, меняются такие свойства минералов, как емкость катионного обмена и состав обменных катионов. Глубина трансформации зависит от вида воздействующих факторов и времени трансформаций.

Объектом исследования была триоктаэдрическая слюда (фракция < 1 мкм), которую помещали в горизонт AEL подзолистой почвы. Опыт был заложен под елью семилетнего возраста в трех вариантах. Образцы тест-биотита были помещены в контейнеры: 1. из нетканого полотна лутрасила, способного пропускать почвенный раствор, корни растений и гифы грибов; 2. из нейлонового полотна с размером ячейки 41–45 мкм, через которые в образец может проникать почвенный раствор и гифы грибов; 3. контейнеры из гидрофильной мембраны на фторопластовой основе МФФК-3Г с размером пор 0.45 мкм, через которые не проникают корни растений и гифы грибов. Через 2 годы образцы были изъяты из почвы. Изучение минерала до и после инкубирования проводилось методом рентген-дифрактометрии на приборе ДРОН-3 с использованием медного анода. Обменные катионы вытесняли 1 М $BaCl_2$, определяли методом ICP MS.

После двухлетнего пребывания в почве наибольшие изменения были зарегистрированы с вариантами опыта 1 и 2. На рентгенограммах образцов минерала этих вариантов появился рефлекс с d/n ≈ 1.4 нм, который при прокаливании при 350 °С частично сжимается до 1 нм с образованием широкого диффузного пика в интервале от 1.4 до 1.03 нм, при этом интенсивность 1.0 нм пика увеличивается, что позволяет сделать вывод о наличии в образцах как вермикулита, так и почвенного хлорита. При насыщении этиленгликолем рефлекс в области 1 нм становится более широким и асимметричным в сторону малых углов, что свидетельствует о наличии в образцах лабильных структур, возможно в составе смешанослойных слюда-вермикулитов.

В составе обменных катионов минерала, на который воздействовали почвенный раствор, корни и гифы грибов обнаружен Al, и в них содержится значимо меньше обменного К по сравнению с минералом, на который воздействовал только почвенный раствор.

Сумма обменных катионов (Mg, Al, K, Ca) по сравнению с контролем увеличилась. Наблюдается тенденция к уменьшению суммы обменных катионов во втором варианте опыта по сравнению с третьим.

Заключение. Установлено, что основными процессами трансформации жестких слюдистых структур после их пребывания в горизонте максимального скопления корней ели – AEL являются процессы вермикулитизации и хлоритизации. Указанные процессы наиболее интенсивно происходят под влиянием тонких корней ели и гиф эктомикоризных грибов.

Сделанные выводы подтверждаются данными о составе и содержании обменных катионов.

Работа рекомендована зав. каф., д.б.н. И.И. Толпештой.

УДК 631.43

ИСКУССТВЕННЫЙ «ЭФФЕКТ ПОМПЫ» В МОДЕЛИ ГИСТЕРЕЗИСА ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПОЧВЫ И ЕГО ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ

Р.С. Гиневский, В.А. Лазарев
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
rginevski@gmail.com

Актуальность моделирования водоудерживающей способности почвы с учетом явления гистерезиса обусловлена востребованностью методов расчета поливных норм, которые позволяют уменьшить непроизводительные потери материальных и энергетических ресурсов в мелиоративном земледелии и землеустройстве [1, 2]. Необходимость учета

этого явления очевидна: в расчетах поливных норм следует применять не основную гидрофизическую характеристику (ОГХ) почвы, которая описывает главную ветвь иссушения, а соответствующие сканирующие ветви увлажнения петли гистерезиса водоудерживания почвы. Измерение сканирующих ветвей для широкого «веера» возможных гидрологических сценариев практически неосуществимо. Решением проблемы является оценка этих ветвей с использованием математических моделей. Применение ряда известных моделей гистерезиса водоудерживания почвы наталкивается на проблему негативного искусственного «эффекта помпы». Суть этого эффекта заключается в том, что осцилляция величины капиллярного давления влаги в определенном диапазоне может сопровождаться «выходом» величины объемной влажности почвы за границы физически допустимой области.

Цель работы – обоснование возможности предотвращения «эффекта помпы» в модели гистерезиса водоудерживания почвы и повышение точности прогностических расчетов гидрологических условий корнеобитаемого слоя почвы [3].

На кафедре «Водохозяйственное и гидротехническое строительство (ВиГС)» СПбПУ разработана модель водоудерживания почвы. Формулировка модели, как и ряда других известных моделей, гипотетически не исключает проявление «эффекта помпы». Если параметры моделей являются формальными, то «эффект помпы» исключить невозможно, поскольку в процессе настройки модели формальные параметры могут принимать и такие значения, при которых указанный эффект оказывается неизбежным. Заранее предусмотреть и исключить «нежелательные» значения параметров невозможно, поскольку эти параметры не имеют физического смысла и к ним не применим принцип «выбраковки» по «физическим соображениям». Разработанная на кафедре ВиГС модель имеет физически интерпретированные параметры. Эти параметры, оцененные по данным прямых измерений, принимают физически адекватные значения, исключающие проявление «эффекта помпы».

Выводы: применение модели гистерезиса водоудерживания почвы с физически интерпретированными параметрами предотвращает проявление «эффекта помпы» и повышает точность гидрологических расчетов.

Литература

1. *Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Волкова Ю.В., Терлеев В.В.* Планирование инвестиций в строительство и реконструкцию мелиоративных систем // Природообустройство. 2013. № 3. С. 32–37.

2. *Шишов Д.А., Стрекулев Г.Б., Терлеев В.В.* Землеустройство в системе концепции охраны нарушенных земель на примере экологически загрязненных территорий // В сб.: Неделя науки СПбПУ. 2015. С. 189–191.

3. *Medvedev S., Topaj A., Badenko V., Terleev V.* Medium-term analysis of agroecosystem sustainability under different land use practices by means of dynamic crop simulation // IFIP Advances in Information and Communication Technology. 2015. V. 448. P. 252–261.

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

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

УДК 631.4; 574.56

МАГНИТНЫЕ СФЕРУЛЫ В АГРОГЕННЫХ ПОЧВАХ СРЕДНЕГО ПРЕДУРАЛЬЯ

С.М. Горохова
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, gorohova.s@hotmail.com

Железосодержащие минералы чувствительны ко многим экологическим процессам, что делает актуальным анализ магнитных частиц при изучении изменений условий почвообразования, загрязнения окружающей среды, и для понимания механизмов современных почвообразовательных процессов (Evans M.E., 2012; Liu Q.S., 2012; Васильев А.А., 2014). С концентрацией магнитных частиц в составе мелкозёма почв связана магнитная восприимчивость. Ранее было установлено, что морфо-магнитные профили дерново-подзолистых почв Среднего Предуралья дифференцируются на эколого-магнитные горизонты. В зависимости от генезиса и вида хозяйственного использования почв выделяются различные типы распределения магнетиков в профиле дерново-подзолистых почв (Горохова С.М., 2017). Городские почвы Пермского края имеют повышенное содержание тяжелых металлов в составе магнитной фазы природно-техногенного генезиса (Копылов И.С., 2012; Васильев А.А., 2015). Минералогия и химический состав магнитной фазы агрогенных почв региона изучены недостаточно.

Объекты исследования: тяжелосуглинистые агродерново-подзолистые почвы, сформировавшиеся на покровных элювиально-делювиальных породах в Карагайском районе и супесчаные агродерново-подзолистые почвы на древнеаллювиальных отложениях в Краснокамском районе Пермского края.

Методы исследования: 1. сухое фракционирование магнитной фазы почвы постоянным ферритовым магнитом; 2. электронно-зондовый микроанализ на аналитическом комплексе «Tescan Vega II» в Геофизической обсерватории «Борок» Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН; 3. рентгеноструктурный анализ (РСА) на спектрометре Axious Advanced PW 4400/04 в лаборатории ФГБОУ Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук.

Изучение минералогии магнитной фазы выявило большое разнообразие минерального комплекса сферических железосодержащих магнитных частиц, которые формируются в особых абиотических условиях, связанных с высокой температурой (Rowan L.R., 1994). Редкий для природных почв минерал тэнит имеет сферическую форму, поверхность сферулы неровная с выраженными бороздками. Размер частицы тэнита составляет около 0.001 мм (рис. 1). В составе обнаруженной частицы тэнита содержание никеля составляет 29.68 %, железа – 41.54 %.

Частицы магнетита и маггемита супесчаной агродерново-подзолистой почвы имеют сферическую форму с неровной поверхностью, размер которых изменяется в пределах от 0.030 до 0.045 мм (рис. 2).

Кроме сферических частиц в магнитных фазах изученных почв выделены обломочные формы ильменита с ровными гранями и острыми ребрами, размером от 0.023 мм. В магнитной фазе агродерново-подзолистой супесчаной почвы присутствует феррисилит (рис. 2).

Валовой химический состав магнитной фазы характеризуется повышенным содержанием хрома, цинка, никеля. Локальная концентрация этих элементов в магнитной фазе превышает их содержание в немагнитной матрице мелкозёма соответственно в 8.7; 5.9 и 4.3 раз.

Таким образом, морфологические признаки магнитных частиц агродерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава зависят от генезиса этих частиц. По нашему мнению, сферулы магнитной фазы являются продуктами высокотемпературного синтеза. На территории Среднего Предуралья возможно обогащение почвообразующих пород продуктами древневулканической деятельности, а также поступление в почву космической пыли или частиц выбросов металлургических предприятий и ТЭЦ.

Литогенные и (или) техногенные магнитные частицы участвуют в современных процессах почвообразования и часто являются очагом-ядром формирования железо-марганцевых конкреций агродерново-подзолистых глееватых почв региона. Геохимическая роль магнитных частиц заключается в концентрировании тяжёлых металлов.

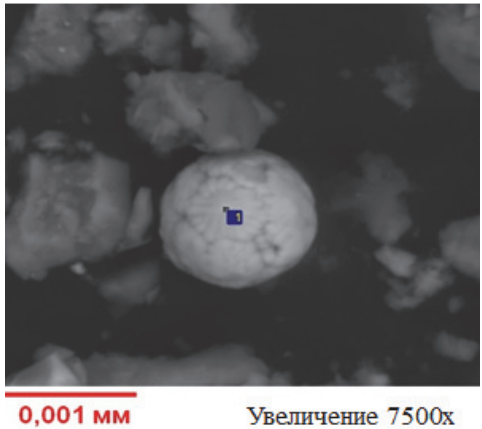


Рисунок 1. Частица магнитной фазы агродерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы: 1 – тэнит.

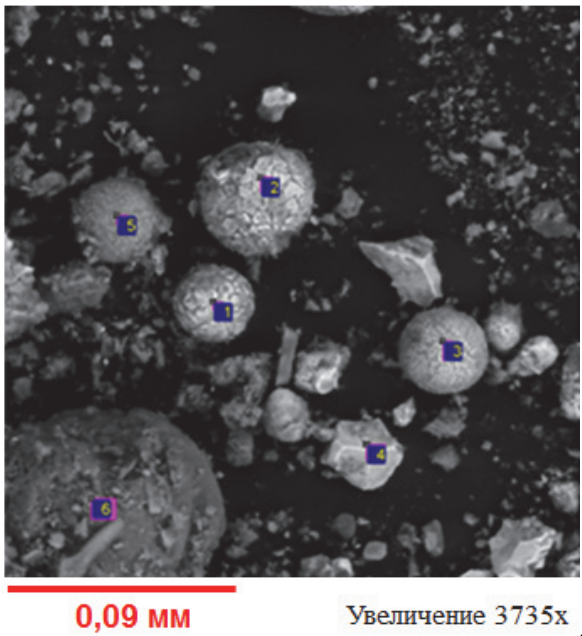


Рисунок 2. Частицы магнитной фазы агродерново-подзолистой супесчаной почвы: 1, 2, 3 – магнетит, 4 – ильменит, 5 – маггемит, 6 – феррисилит.

Литература

1. *Васильев А.А., Лобанова Е.С.* Магнитная и геохимическая оценка почвенного покрова урбанизированных территорий Предуралья на примере города Перми. Пермь: ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА. 2015. 243 с.

2. *Васильев А.А., Романова А.В.* Железо и тяжелые металлы в аллювиальных почвах Среднего Предуралья. Пермь: ИПЦ «Прокростъ». 2014. 231 с.

3. *Горохова С.М., Разинский М.В.* Морфология минералов железа и морфомагнитный профиль дерново-подзолистых почв на древнеаллювиальных отложениях р. Кама // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Молодежная наука 2017: технологии и инновации». Пермь. 2017. Ч. 1. С. 120–123.

4. *Копылов И.С.* Гидрогеохимические аномальные зоны Западного Урала и Приуралья //Геология и полезные ископаемые Западного Урала. 2012. № 12. С. 145–149.

5. *Evans M.E., Heller F.* Environmental Magnetism: Principles and Applications of Enviromagnetics. Academic Press, 2003. T. 86. San Diego, California, Academic Press, 299 p., doi:10.1002/jqs.858.

6. *Liu Q.S.* et al. Environmental magnetism: principles and applications //Reviews of Geophysics. 2012. T. 50. № 4. RG4002, doi:10.1029/2012RG000393.

7. *Rowan L.R., Ahrens T.J.* Observations of impact-induced molten metal-silicate partitioning // Earth and Planetary Science Letters. 1994. № 122 (1–2). P. 71–88.

Работа рекомендована к.с.-х.н., зав. кафедрой почвоведения ФГБОУ ВО Пермского ГАТУ А.А. Васильевым.

УДК 504.53

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ КАРСТОВОГО РАЙОНА НЕФТЕДОБЫЧИ (ЛОГ «АРАПОВ КЛЮЧ», ОРДИНСКИЙ РАЙОН, ПЕРМСКИЙ КРАЙ)

Е.А. Дзюба
ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», aea_eco@mail.ru

В различных природных комплексах элементы распределены неравномерно. Знание содержания химических элементов в исследуемой системе или отдельном объекте помогает в решение различных экологических проблем. Загрязнение тяжелыми металлами происходит

в ходе попадания в почву вместе с разлитой нефтью и солевыми растворами в местах нефтедобычи. Кроме прямого поступления нефти и солевых растворов, рассматривают загрязнение сопутствующими тяжелыми металлами.

Лог «Арапов ключ» находится в зоне воздействия месторождения добычи нефти. Для района характерно широкое распространение классического сульфатного карста. В 2016 году, было заложено 17 пробных площадок. На 6 пробных площадках закладывались почвенные разрезы, а на 11 делались прикопки с отбором проб почв только верхнего горизонта. На пробных площадках выполнен комплекс наблюдений за состоянием почв, включавший отбор проб с последующей аналитической проработкой.

Значения актуальной кислотности поверхностных слоев 61 % почв варьировали от кислой (pH=5.52) до нейтральной (pH=7.45). Кислотность остальных почв имела реакцию от слабощелочной до щелочной. Потенциальная кислотность отражает подлинную реакцию среды кислых почв. В 50 % проб почв территории изыскания выявили содержание карбонатов, эти почвы характеризуются как мало карбонатные.

Поверхностные слои исследуемых почв показали высокие значения гидролитической кислотности (8.3–19.5 мг-экв/100 г). Значения суммы обменных оснований варьировали от средних (26 мг-экв/100 г) до высоких (47.5 мг-экв/100 г).

Величина ёмкости катионного обмена (ЕКО) варьировала от значений выше средней до очень высокой, что указывает на благополучное состояние этих почв. Высокие значения ЕКО свидетельствуют о наличии буферных свойств, способствующих сохранению устойчивости почв к деградации.

Содержание органического вещества в поверхностных слоях почв на обследованной территории варьирует от низкого (1.4 %) до высокого (10.4 %). Для нескольких почв характерно повышение содержания органического вещества в подповерхностном слое, в несколько раз превышающее этого значения показателя в гумусовом горизонте, что объясняется наличием водорастворимых углеводородов, мигрирующих или захороненных в глубине профиля.

Исследуемые почвы обеднены фосфором и калием, содержание натрия варьирует от низкого до высокого, что возможно объяснить наличием подсоления, связанного с воздействием нефтепродуктов.

В ходе исследования техногенного воздействия от добычи нефти было выявлено превышение содержания нефтепродуктов, а также в некоторых пробах было обнаружено содержание бенз(а)пирена.

Содержание тяжелых металлов было изучено во всех отобранных образцах проб, из чего можно вычислить фоновое содержание тяжелых металлов в поверхностном слое для данной территории, а также распределение в почвенных профилях. В целом по пробным площадкам (в том числе фоновая территория), на которых были заложены почвенные разрезы, суммарный уровень загрязнения находится в пределах допустимого (значения комплексного показателя суммарного загрязнения Zст(г) меньше 16), но отмечены превышения установленных нормативов по отдельным элементам, и на некоторых горизонтах наблюдается превышение допустимого уровня суммарного химического загрязнения почв.

Работа рекомендована д.г.н., проф. С.А. Бузмаковым.

УДК 631.8

ФРАКЦИОННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕДИ И ЦИНКА В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ТЯЖЕЛОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ИЗВЕСТКОВАНИИ

И.К. Дильмухаметова
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
ilnara_msu@mail.ru

Медь и цинк являются необходимыми для питания растений микроэлементами. При их недостатке, наблюдающемся в большинстве пахотных почв Российской Федерации, может происходить замедление роста и развития растений. При длительном применении минеральных удобрений изменяются кислотно-основные свойства почв, состав почвенного поглощающего комплекса и содержание органического вещества почвы. Эти преобразования почвенных свойств воздействуют на характер распределения микроэлементов по фракциям, что, в свою очередь, определяет их подвижность в почве и доступность растениям. Известкование позволяет нивелировать многие негативные изменения свойств почвы, однако при этом растения могут страдать от дефицита меди и цинка вследствие иммобилизации их подвижных соединений.

Исследования проводили на базе длительного полевого опыта СШ 27, заложенного на Центральной опытной станции ВИУА (ЦОС ВИУА) в поселке Барыбино Московской области в 1966 г. Методической основой опыта послужили почвенные образцы, отобранные в 2014–2016 гг. в следующих вариантах опыта:

1. без удобрений (контроль);

2. Naa90Kx120 – аммиачная селитра в дозе 90 кг/га + хлористый калий в дозе 120 кг/га (фон);

3. Naa90Kx120 + известь по 1.5 г.к. (гидролитическая кислотность);

4. Naa90Kx120Pсд60 – аммиачная селитра в дозе 90 кг/га + хлористый калий в дозе 120 кг/га + двойной суперфосфат в дозе 60 кг/га;

5. Naa90Kx120Pсд60 + известь по 1.5 г.к.;

6. Naa90Kx120 + известь по 2.5 г.к.;

7. Naa90Kx120Pсд60 + известь по 2.5 г.к.

В почвенных образцах определяли валовое содержание и концентрацию различных соединений меди и цинка по общепринятым методикам. Для извлечения потенциального запаса (кислоторастворимых форм) использовали вытяжку 1 н. HCl, актуального запаса и комплексных соединений – вытяжку ацетатно-аммонийного буферного раствора с pH 4.8 и ЭДТА (ААБ+ЭДТА), актуального запаса (подвижных соединений) – вытяжку ацетатно-аммонийного раствора с pH 4.8 (ААБ).

Для изучения степени влияния изучаемых факторов (применение минеральных удобрений, известкование и зависимые от предыдущих двух факторов – кислотный режим, содержание гумуса) на распределение соединений меди и цинка в различных фракциях был выполнен корреляционный анализ данных с использованием программы Statistica 8.0. Среди параметров кислотно-основного режима почв гидролитическая кислотность была наиболее тесно связана с содержанием подвижных форм Cu и Zn в почве, извлекаемых ААБ (R=0.92 для Cu и R=0.93 для Zn). Главным действующим фактором в снижении подвижности Cu и Zn являлось известкование. На вариантах с внесением извести содержание подвижных соединений микроэлементов в почве и в растениях было пониженное, что подтверждалось корреляциями между содержанием Cu и Zn в растениях, подвижными формами, извлекаемыми ААБ, и показателями кислотности почвы. Содержание доступного фосфора, наблюдаемого на последействии фосфорных удобрений, и содержание органического вещества почвы являлись сравнительно менее значимыми факторами, определяющими миграционную способность Cu и Zn. Влияние данных факторов наиболее заметно отразилось на содержании Cu и Zn в обменных и комплексных соединениях, извлекаемых с ААБ+ЭДТА. Коэффициенты корреляции между содержанием данных форм и концентрацией подвижных форм фосфора составили 0.78 для Cu и 0.46 для Zn, содержанием гумуса – 0.68 для Cu и 0.49 для Zn.

Работа рекомендована д.б.н., заведующим кафедрой агрохимии и биохимии растений факультета почвоведения МГУ, проф. В.А. Романенковым.

УДК 631.4, 631.461.7

ВЛИЯНИЕ ФАКЕЛА ПОПУТНОГО ГАЗА НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ В ПОЧВЕ

Д.М. Дударева[1], А.К. Квиткина[2]
[1]Пущинский государственный естественно-научный институт, darya_dudareva@mail.ru
[2]Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, aqvia@mail.ru

Глобальное потепление климата оказывает влияние на функционирование лесных экосистем. Участки экосистем вблизи факелов сжигания попутного газа могут использоваться для проведения квазиманипуляционных экспериментов, в которых моделируется влияние будущего потепления климата на почву и растения. Целью нашего исследования было оценить тепловое и иссушающее воздействие факелов попутного газа на биологическую активность микробного сообщества подзолистых почв. Мы предположили, что на участке почвы с максимальным воздействием факела (ближайшем к факелу) должно наблюдаться угнетающее воздействие повышенной температуры и иссушения.

В окрестностях г. Покачи на территории Покачевского лесничества (ХМАО-Югра) в 2000 году была заложена пробная площадь в сосняке лишайниковом, произрастающем в сухих дренированных условиях на подзолистых почвах. Пробная площадь была разделена на 7 секций. Ширина каждой секции составила 10 м, а длина – около 60 м. На расстоянии 70 м от внешней границы ближайшей к факелу секции I находится действующий факел попутного газа. Пробы отбирались с глубины 1–3 см. Отбор проводился в секциях I, III, и VII в 5 биологических повторностях.

Базальное дыхание увеличивалось по мере удаления от факела – с 3.9 (секция I) до 9.6 (секция VII) мкг C-CO_2/(г почвы · час). Минимальное значение почвенной микробной биомассы было обнаружено на ближайшей к факелу секции I (673 мкг C/г почвы), максимальное – посередине пробной площади, в секции III (1057 мкг C/г почвы), где уже не происходило значительного иссушения почвы.

Таким образом, секция I с максимальным тепловым и иссушающим воздействием факела показала минимальные значения, как для базального дыхания, так и для микробной биомассы, то есть наша рабочая гипотеза об угнетающем воздействии факела на биологическую активность почвы подтвердилась. Кроме того, было обнаружено закономерное увеличение метаболического коэффициента по мере удале-

ния от факела, то есть при уменьшении теплового и иссушающего воздействия факела.

Авторы выражают благодарность сотрудникам лаборатории почвенных циклов азота и углерода ИФХиБПП РАН за помощь при выполнении работы и подготовке публикации.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 17-04-01933-а).

Работа рекомендована к.б.н., доц. И.В. Евдокимовым.

УДК 631.4

ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОАГРЕГАТНОГО СОСТАВА И РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ И ГРУНТОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ РАЗЛИЧНЫХ РЕАГЕНТОВ В УСЛОВИЯХ г. МОСКВЫ

В.А. Званцова
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
viktoriareguaf@mail.ru

В условиях города почвы и грунты, используемые для озеленения придорожных территорий, подвергаются интенсивной антропогенной нагрузке: воздействию противогололедных реагентов, выбросов автотранспорта и т.п. Состояние почв определяет условия произрастания травянистого покрова, который в свою очередь защищает поверхность почвы от разрушения, распыления, эрозионных процессов. В работе рассмотрено влияние различных реагентов на микроагрегатный состав и реологическое поведение почв и грунтов, используемых в городском озеленении. Дана качественная и количественная оценка изменения микроструктуры почв под влиянием реагентов и под воздействием нагрузки.

Целью работы является изучение изменения микроагрегатного состава и реологических свойств почв и грунтов под воздействием различных реагентов.

В качестве объектов исследования были использованы горизонт $A_{пах}$ – верхний слой урбанозема территории Почвенного стационара МГУ им. М.В. Ломоносова, почвенная смесь (в соотношении песок : торф : $A_{пах}$=2:1:1.5 по сухой массе), Апах дерново-подзолистой почвы 0–10 см (с. Ельдигино, МО). Дорожная пыль собрана на Минской улице города Москвы летом 2015 года. В качестве реагентов использовали: H_2O, $Na_4P_2O_7$ (4 %), дорожная пыль, противогололедный реагент (мно-

гокомпонентный противогололедный материал марки ХКМ-БС ТУ 2149-071-52412574-06).

Образцы почв были растерты пестиком с резиновым наконечником и просеяны через сито 1 мм. Растертые образцы помещались в пластиковые трубки и насыщались капиллярно в течение суток на песке. В зависимости от варианта опыта в песок была добавлена вода или раствор реагента в воде. Исключение составляет опыт с пылью. В этом случае образцы почвы в сухом состоянии были смешаны с пылью, а затем насыщались водой на песке в течение суток. Из насыщенных образцов были отобраны пробы на влажность и микроагрегатный состав. Насыщенные образцы почв были использованы для получения реологической кривой на 12 скоростях прямого и обратного хода, по 1 минуте на каждой скорости. После реотеста из образцов снова были отобраны пробы на влажность и микроагрегатный состав. Реологические кривые были получены на вискозиметре «РЕОТЕСТ-2». После капиллярного насыщения и реотеста был определен микроагрегатный состав методом лазерной дифракции на приборе Analysette 22 comfort. Были рассчитаны коэффициент дисперсности по Качинскому и степень агрегированности по Бэйверу.

Агрегаты размером больше 100 мкм оказались наиболее уязвимыми к действию реагентов и к последующим нагрузкам. Самой высокой микроагрегированностью в сухом состоянии характеризуется дерново-подзолистая почва. Прочность разрушенных структурных связей в дерново-подзолистой почве наименьшая в ряду изученных почв. Однако даже после частичного разрушения структуры в дерново-подзолистой почве степень агрегированности снизилась незначительно. Горизонт Апах урбанозема Почвенного стационара МГУ в сухом состоянии обладает высоким показателем микроагрегированности. Наименьшей степенью агрегированности характеризуется почвенная смесь (36.3 %). Это связано с наличием большого количества песчаной фракции и частиц торфа. Однако структура почвенной смеси оказалась наиболее устойчивой к действию реагентов и нагрузки. Вероятно, песок и торф составляют жесткий и упругий каркас структуры, защищая почвенные микроагрегаты от разрушения.

Работа рекомендована к.б.н., н.с. кафедры физики и мелиорации почв факультета почвоведения МГУ М.А. Бутылкиной.

УДК 630*114.22

ВЛИЯНИЕ СПЛОШНЫХ РУБОК ЛЕСА НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ В БОРЕАЛЬНОЙ ЗОНЕ

А.С. Ильинцев[1,2], Ю.С. Быков[1,2], Р.А. Ершов[1]
[1]Северный (Арктический) федеральный университет
им. М.В. Ломоносова,
[2]Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства,
г. Архангельск
a.ilintsev@narfu.ru, y.bykov@inbox.ru, roman_ershov91@mail.ru

Нагрузка на лесные экосистемы нарастает с каждым годом. В современных условиях в Архангельской области вырубается больше 100 тыс. га леса, где происходят значительные повреждения почвенного покрова. Цель – выявить закономерности изменения и восстановления физико-химических свойств верхних горизонтов почвы после сплошных рубок и предложить рекомендации по минимизации повреждений лесных почв от воздействия лесозаготовительной техники при лесозаготовках.

Исследования проводили на территории северотаежного лесного района Архангельской области. Для исследований подобраны: естественное насаждение, свежая вырубка и сплошные вырубки 22–23 лет. Сплошные узколесосечные рубки были проведены в летне-осенний период 1993 и 1994 гг. Сплошная рубка 2012 г. проведена в зимний период и является завершающим приемом длительно-постепенной рубки 1993 г. Очистку всех лесосек осуществляли складированием порубочных остатков на волоки. В полевой сезон было отобрано 160 шт. образцов лесной подстилки и подзолистого горизонта.

В лабораторных условиях проанализировали собранные образцы общепринятыми методами, где были получены следующие физические свойства: плотность сложения, плотность твердой фазы, общая пористость и пористость аэрации. Химический анализ образцов проводили в соответствии с государственными стандартами и были оценены следующие показатели: содержание подвижных форм фосфора и калия, сумма поглощенных оснований, содержание органического вещества почвы, обменная кислотность, гидролитическая кислотность, содержание общего азота. Для сравнения полученных выборок использовали критерий Стьюдента на 5% уровне вероятности.

После проведения сплошных рубок физико-химические свойства верхних горизонтов почвы существенно изменяются уже в первые годы, а спустя 22-23 года эти различия сохраняются и даже усиливаются. Так,

на свежих вырубках мощность лесной подстилки снижается, а плотность сложения повышается. Спустя 22-23 года эти показатели не восстанавливаются до фоновых значений, характерных для естественных насаждений. На свежих вырубках происходит снижение содержания подвижных форм фосфора и, наоборот, повышение содержания подвижного калия, общего азота, органического вещества почвы, гидролитической кислотности. На старых вырубках, спустя почти 25 лет, происходит увеличение подвижных форм калия, суммы поглощенных оснований, по сравнению с контролем, что связывается с обильным возобновлением березы.

На физические и химические свойства верхних горизонтов почвенного покрова влияет способ проведения рубки, технологический элемент и возраст вырубки. Повреждение почвенного покрова наиболее сильно происходит на волоках, нарушая условия жизнедеятельности древесных пород, участвующих в самозарастании вырубок. Восстановление нарушенного почвенного покрова идет медленно и за два десятилетия эффекты нарушения сохраняются, приобретают сукцессионный характер, связанный с разрастанием нетипичной лесной растительности, которая приурочена к разным типам фитоценозов (лесным, луговым и нарушенным растительным сообществам), что может привести к формированию микросайтов с новыми типами леса, отличающихся от исходного, что необходимо проверить на длительных хронорядах лесосек.

Полученные результаты позволили дать ряд предложений для снижения воздействия лесозаготовительной техники при проведении рубок на почвенно-растительный покров.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ (№ 16-34-50130, № 17-44-290127).

УДК 631.47 : 550.42

РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ПОЧВАХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА

А.Д. Иовчева
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
y_nastia@mail.ru

Содержание редкоземельных элементов (РЗЭ) в почвах, а также их участие в почвообразовательных процессах слабо изучено. Основное внимание уделяется макроэлементам: Fe, Ca, Na или микроэлементам – активным участникам биологического круговорота. Однако в последнее

время интерес к РЗЭ в почвах растет, что связано как с появлением более чувствительных методов их определения (например, масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой – ICP-MS), так и с их возрастающим участием в техногенных потоках. Цель данной работы – проанализировать содержание РЗЭ: Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu в почвах Центрально-Лесного заповедника, а также выявить корреляцию между содержанием илистой фракции в почвах и следующими РЗЭ: Sc, Y, La, Ce, Sm, Eu, Er, Tb, Yb, Lu. Зависимость между содержанием РЗЭ и илистой фракцией описана в работе «Редкоземельные элементы в почвах ландшафтов Смоленско-Московской возвышенности» [3]. Образцы почв из генетических горизонтов были отобраны в 4 разрезах, заложенных на различных ландшафтно-геохимических позициях в пределах ядра заповедника. В автономной и трансэлювиальной позициях сформировались дерново-палево-подзолистые почвы, в аккумулятивной – торфяно-подзолистые окисленно-глеевые. Определение валового содержания проводилось методом ICP-MS в Аналитическом сертификационном испытательном центре Всероссийского научно-исследовательского института минерального сырья. Определение гранулометрического состава осуществлялось автором совместно с Енчилик П.Р. на лазерном гранулометре Analysette-22 MicroTec plus.

К редкоземельным элементам относят Sc, Y, La и 14 лантаноидов. В основном средние содержания РЗЭ не превышают их средние содержания в почвах Восточно-Европейской равнины [1]. Небольшие превышения региональных кларков наблюдаются у Ce (60 мг/кг против 53) и Eu (0.9 мг/кг против 0.7). Значительные превышения концентраций РЗЭ в почвах заповедника над значениями, полученными А.П. Виноградовым, наблюдаются у Er (1.84 мг/кг против 0.8) и Yb (1.85 мг/кг против 0.8). Данные превышения не указывают на геохимическую аномалию или техногенное загрязнение. В 1957 году методы определения многих лантаноидов отличались низкой чувствительностью. По современным данным содержание Er и Yb в глинах Русской платформы около 3 мг/кг [2]. Результаты корреляционного анализа (анализ проводился с помощью коэффициента Спирмена для вероятности 95 %) указывают на положительную связь между содержаниями Sc, La, Y, Er, Tb, Eu и процентом илистой фракции в почве. Коэффициенты корреляции для Sm, Ce, Yb, Lu статистически незначимы, то есть связь между концентрациями данных элементов в почвах и процентным содержанием ила в исследуемых образцах не обнаружена.

Литература

1 *Виноградов А.П.* Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 237 с.

2. *Ладонин Д.В.* Лантаноиды в почвах зоны воздействия Череповецкого металлургического комбината // Почвоведение. 2017. № 6. С. 680–689

3. Самонова О.А. Редкоземельные элементы в почвах ландшафтов Смоленско-Московской возвышенности. // Вестник МГУ. Серия 5. География, 2013. № 3. С. 73–79

Исследование выполнено в рамках договора № 04/2017/РГО-РФФИ (руководитель Н.С. Касимов).

Работа рекомендована к.г.н., в.н.с. О.А. Самоновой.

УДК 631.4

ЭРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ НА МЫСЕ БУРХАН о. ОЛЬХОН (ПРЕДБАЙКАЛЬЕ)

А.В. Каминская, Е.А. Трошина

Иркутский государственный университет, kaminskaya.anyaka@yandex.ru

Озеро Байкал, самое глубокое и чистое озеро на Земле, с 1966 года является частью Всемирного наследия ЮНЕСКО. На острове Ольхон, которое расположено почти в центральной части Байкала, встречается множество уникальных природных памятников, ландшафтов, песчаные пляжи, реликтовые леса, степи, эндемичная флора и фауна. Одним из таких памятников природы и культуры является мыс Бурхан – визитная карточка Ольхона и священное место для жителей острова. Ольхон – самое посещаемое место для туристов из разных стран. В связи с этим за последние три года резко увеличилась антропогенная нагрузка на его экосистемы, в том числе на почвы. Здесь, на месте проложенных туристических троп образуются и формируются глубокие овраги (до 5 м и более). Прогрессирующее развитие оврагов усиливает не только пешее, но и автомобильное движение, которое оказывает большую нагрузку на почвенный покров. Под действием скопления дождевой воды в местах нарушенного почвенного покрова развивается водная эрозия, которая приводит к размыву не только дорог, но и к деградации всей поверхности около мыса. Эта актуальная проблема определила цель исследований – изучить процессы эрозии, выявить физико-химические свойства почв и предложить решение проблемы деградации почв.

В июле 2017 г. комплексной экспедицией под руководством профессора Х.-Р. Борка (г. Киль, Германия) были обследованы овраги на мысе Бурхан, проведены замеры оврагов, отобраны образцы для анализов. Всего было сделано 5 разрезов на разных участках, прилегающих к мысу. Почвы относятся к отделу: аккумулятивно-карбонатные малогумусные, типу: каштановые, подтипу: типичные.

В лаборатории кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов Иркутского госуниверситета были проведены физико-химические анализы для выявления основных свойств почв. Результаты исследований показали, что pH почвы изменяется по профилю неравномерно от 6.1 до 9.0, в основном сверху вниз к карбонатной почвообразующей породе. Минерализация почвенной суспензии в пределах от 0 до 0.9 ppt, что характеризует почву как не засоленную. Содержание гумуса от 0.5 до 5 %, верхние горизонты характеризуются как малогумусные. Распределение гумуса в почве различно: постепенное, бимодальное, с двумя максимумами внутри профиля. Определение обменных катионов показало, что в почве в основном преобладает кальций над магнием. Почвы содержат карбонаты кальция, которые присутствуют в почвообразующей породе, представленной кальцитами. Вскипание отмечено в средней части профиля и в горизонте на границе с почвообразующей породой.

Для данных почв необходима разработка мероприятий по их восстановлению: инженерная защита земель, создание специализированных охранных зон, установление характера использования земель и восстановление растительности, которая будет препятствовать процессам деградации. Необходимо в ближайшее время усилить надзор за вывозом за пределы острова редких и охраняемых видов растений. Эти мероприятия вряд ли внесут непосредственные экономические изменения в ближайшее время, однако помогут сохранить природные ресурсы и восстановить почвенный покров.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ, к.б.н., О.Г. Лопатовской.

УДК 631.414 : 631.823

ИК-СПЕКТРОСКОПИЯ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИХ КОМПОНЕНТОВ В КОЛЛОИДАХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ, ОБРАБОТАННОЙ ДИАТОМИТОМ, ЦЕОЛИТОМ И БЕНТОНИТОВОЙ ГЛИНОЙ

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

Инфракрасная спектроскопия является одним из классических фундаментальных методов исследования органических и минеральных почвенных матриц. Она позволяет установить качественное присутствие важнейших атомных групп и типов химических связей в гумусовых веществах, идентифицировать отдельные индивидуальные соединения, изучить механизмы органо-минерального взаимодействия, адсорбцию и десорбцию почвенной влаги, а также определять присутствие в почве сульфатов, карбонатов и других минералов в твердой фазе почвы.

В настоящее время отсутствуют сведения о характеристике органо-минерального взаимодействия в коллоидной системе почв сельскохозяйственных угодий, обработанных высокими дозами природных высококремнистых пород.

В связи с этим целью наших исследований явилось изучение инфракрасных спектров коллоидной фракции дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы и наличия в них особых соединений с кремнием в условиях длительного действия высоких доз (3, 6 и 12 т/га) диатомита Инзенского, цеолита Хотынецкого и бентонитовой глины Зырянского месторождений. Полевые эксперименты проведены в течение 2015–2017 гг. на пашне ООО «Элитхоз» Борского района Нижегородской области, повторность четырехкратная. Аналитическая часть выполнена на баз научно-образовательного центра «Химия молекул и материалов» Мининского университета.

Коллоиды выделяли их коагуляцией 1.0 Н раствором хлористого натрия, стабилизацией 80 % раствором гидролизного спирта и отмыванием горячей дистиллированной водой с последующим сифонным сбором золя тонкодисперсной фракции почвы. Далее полученную коллоидную жидкость мягко высушивали, собирали сухой остаток и растирали до тонкого однородного порошка. Анализ высушенной массы почвенных коллоидов проводили на ИК-Фурье-спектрометре ФСМ 2201 (ООО «Инфраспек») с использованием предметных стекол из бромида калия (KBr).

При анализе коллоидов из почвы, обработанной диатомитом, было выявлено наличие максимумов полос поглощения опала – 1615 (ср), а в коллоидах из почвы, обработанной бентонитовой глиной – наличие максимумов по биотиту – 960 (с) и вермикулиту – 1015 (с). Нужно отметить, что на всех вариантах исследования за исключением контрольного было установлено наличие максимумов полос поглощения силоксановых связей – 1100 (с) и в том числе циклических форм – 1020–1080 (с). На вариантах с бентонитом в условиях отдельных повторностей было установлено присутствие максимумов по Si-бензольному кольцу – 1430 (ср), а также по метильной и этильной группам – 1280 (с) и 1250 (ср) соответственно. Последнее также было выявлено в коллоидах на вариантах с высокими дозами диатомита.

На вариантах с различными дозами цеолита кроме наличия силоксановых группировок в коллоидной матрице также было выявлено наличие максимумов полос поглощения по фосфоэфирным связям – 1280 (с) и связям с метильной группировкой – 1190 (сл). Максимумы фосфоэфирных связей также были выявлены и на вариантах с наибольшей дозой диатомита.

Поскольку коллоидная часть дерново-подзолистой почвы в первую очередь представлена органическим веществом, на основе проведенной ИК-спектроскопии кремнийсодержащих компонентов нужно отметить наличие определенного взаимодействия между применяемыми природными материалами и органической составляющей почвы.

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

УДК 631.414 : 631.823

ПИТАТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВЕННЫХ КОЛЛОИДОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ, УДОБРЕННОЙ ПРИРОДНЫМИ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИМИ ПОРОДАМИ

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

Известно (Кауричев И.С., 1982; Орлов Д.С., 1985), что поглотительная способность является одним из наиболее значимых свойств почвы, поскольку непосредственно участвует в почвообразовательных процессах, развитии почвенного тела и формировании плодородия ее

гумусо-аккумулятивного горизонта. Способность почвы к катионно-анионному поглощению регулирует питательный режим за счет накопления многих элементов, необходимых растениям и почвообитающим микроорганизмам. Поглотительная способность обуславливает реакцию почвенного раствора, уровень буферной силы, водно-физические свойства, а также в определенной мере – интенсивность процессов гумусообразования, накопления и сохранения гумусовых матриц в почвенно-поглощающем комплексе.

Поглотительная способность почвы напрямую связана с наличием и преобразованием коллоидов – высокодисперсных частиц размером 0.2–0.001 мкм. Почвенные коллоиды как двухфазные системы обладают высокой реакционной способностью и, вследствие чего, обуславливают поведение большинства катионов и анионов, участвующих как в элементарных почвенных процессах, так и в формировании почвенного профиля и плодородия его дневной части.

В настоящее время отсутствуют сведения о направленности и степени влияния природных высококремнистых пород, применяемых в качестве удобрений и мелиорантов, на состояние коллоидной системы почв сельскохозяйственных угодий. В связи с этим целью наших исследований явилось изучение накопления элементов питания в коллоидной фракции дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы в условиях длительного действия высоких доз (3, 6 и 12 т/га) диатомита Инзенского, цеолита Хотынецкого и бентонитовой глины Зырянского месторождений. Полевые эксперименты проведены в течение 2015–2017 гг. на пашне ООО «Элитхоз» Борского района Нижегородской области, повторность в опытах четырехкратная. Аналитическая часть выполнена на базе Эколого-аналитической лаборатории мониторинга и защиты окружающей среды Мининского университета.

Коллоиды выделяли их коагуляцией 1.0 Н раствором хлористого натрия, стабилизацией 80 % раствором гидролизного спирта и отмыванием горячей дистиллированной водой с последующим сифонным сбором золя тонкодисперсной фракции почвы. Далее полученную коллоидную жидкость анализировали на определение содержания фосфатов, силикатов, нитратов, органических веществ, тяжелых металлов и других соединений с помощью общепринятых в практике почвоведения аналитических прописей.

Было выявлено, что на вариантах с диатомитом и бентонитовой глиной в первую очередь повышается содержание органического вещества в коллоидной фракции дерново-подзолистой почвы. Кроме того, на вариантах с внесением в почву 6 и 12 т/га диатомита существенно увели-

чено накопление коллоидных фосфатов, а при внесении аналогичных доз бентонита – силикатов и калия по отношению к контрольному варианту.

Варианты с различными дозами цеолитовой породы сопровождались в первую очередь повышением содержания в коллоидной части почвы силикатов, в меньшей мере – фосфора.

Нужно также отметить наличие пролонгированности установленных положительных тенденций накопления веществ в коллоидах почвы по годам исследований и в более выраженной степени – на вариантах с диатомовой породой и бентонитовой глиной. Варианты с цеолитом сопровождались снижением содержания тяжелых металлов в коллоидах почвы.

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

УДК 631.41

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ДЕРНОВО-ЛЕСНЫХ ПОЧВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ЗОЛООТВАЛА УЛАН-УДЭНСКОЙ ТЭС (РЕСП. БУРЯТИЯ)

А.С. Костин
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
alexanderk640@gmail.com

Вследствие сжигания угля на тепловых электростанциях (ТЭС) образуется большое количество золошлаковых отходов, сбрасываемых в открытые хранилища в виде жидкой пульпы [2, 6]. При сгорании угля на ТЭС в золошлаках в десятки раз интенсивнее, по сравнению с осадочными породами, концентрируются токсичные микроэлементы [6, 7]. При поступлении золы в отвал происходит трансформация химического состава минеральной части золошлаков. На первой стадии, образовавшиеся при сгорании угля оксиды щелочных и щелочноземельных элементов, взаимодействуют с водой и переходят в гидроксиды, что приводит к росту pH. На второй стадии идет окарбоначивание золы при взаимодействии гидроксидов пульпы с CO_2 атмосферного воздуха. В результате применения мокрой очистки гидроксидом кальция дымовых газов от SO_2 в скрубберах происходит образование сульфата кальция, который также поступает с пульпой в отвал [7]. Как правило, золоотвалы располагаются в замкнутых понижениях с отсутствием стока в прилегающие элементарные ландшафты, поэтому загрязнение носит локальный характер.

Золошлакоотвал размещается на восточной окраине г. Улан-Удэ и занимает площадь 0.9 км^2. Изучаемая территория расположена в подтаежно-сухостепной зоне с недостаточным увлажнением [1, 4], что обусловливает интенсивное испарение воды с поверхности золоотвала и частое пыление. Отбор почвенных образцов проводился из разрезов до глубины 70 см с шагом 10 см к востоку и к югу от золоотвала по направлению эолового переноса золы. Опасность загрязнения почв тяжелыми металлами (ТМ) оценивалась на основе коэффициентов их концентрации (Кс) по отношению к фону. Также, для почв рассчитывались коэффициенты обогащения (КО) ТМ относительно химического состава угольной золы. При расчете показателя суммарного загрязнения (Zc) по формуле $Zc=\sum Kc-(n-1)$ учитывалось содержание ТМ с $Kc > 1.2$ [3].

Золошлаки характеризуются песчаным гранулометрическим составом с низким содержанием илистой фракции (менее 0.5 %), слабощелочной реакцией (pH=7.7). Легкорастворимые соли сульфатно-кальциевого состава, их количество не превышает 0.2 %, что исключает процесс засоления. Содержание карбонатов не более 1.4 %. Органическое вещество в золе и шлаках представлено несгоревшими частицами пирогенного углерода и сажи [8], концентрация которого менее 3.6 %. По сравнению с верхним горизонтом (AY) фоновых почв угольная зола обогащена Zr (КО=2.06), Th (КО=2.19), As (КО=2.24), Ni (КО=2.24), Cu (КО=2.5) и Li (КО=2.26), более интенсивно концентрируется U (КО=3) и Mo (КО=4.95). Пыление золоотвала приводит к фракционированию зольного материала по размеру, плотности частиц и, следовательно, химическому составу. Крупные частицы шлака и угля с большим содержанием Ni и Pb оседают в 30 м от золоотвала, а пылеватые мелкодисперсные частицы золы, обогащенные Cu, Mo, V, Cr и Sr переносятся на 425 м от золоотвала.

На фоновых участках под сосняками с разреженным злаковым травянистым покровом на четвертичных песках и супесях формируются дерново-лесные слаборазвитые почвы с нейтральной реакцией (pH=6.6) и гидрокарбонатно-кальциевым составом легкорастворимых солей [1, 4, 5]. За счет эолового поступления золы в окружающие ландшафты происходит погребение природных почв карбонатным наносом, мощностью от 4 до 17 см, и формирование техногенно-измененных почв с преобразованным гумусовым горизонтом.

Техногенно-измененные почвы отличаются нейтральной и слабощелочной реакцией (pH=6.8–7.7) погребенных горизонтов, что превышает для некоторых точек фоновые значения на 0.2–1 ед. pH, а также увеличением суммы водорастворимых солей в 5 раз относительно фо-

новых показателей. Ионный состав водной вытяжки изменяется с гидрокарбонатно-кальциевого на сульфатно-кальциевый. Геохимическая трансформация почв под наносом наблюдается до глубины 35 см (в погребенном гор. B_f). Слабощелочная обстановка в почвах вокруг золоотвала способствует осаждению ТМ, что ограничивает их нисходящую миграцию в погребенных горизонтах почв. Сильнее всего загрязнение погребенных горизонтов дерново-лесных почв связано с Mo (Кс=8.0), Sr (Кс=2.0), Pb (Кс=2.7), Ni (Кс=1.7) и Zn (Кс=1.5), что обусловлено вещественным составом поступающего золошлакового материала. В 240 м к востоку от отвала отмечается слабое загрязнение почв ТМ (Zc=17.5), на остальном расстоянии не превышает допустимый уровень (Zc<16). Загрязнение почв ТМ, обусловленное пространственной дифференциацией золошлакового материала в результате эолового переноса с золоотвала, превышает 400 м.

Литература

1. *Белоголовов В.Ф.* Геохимический атлас Улан-Удэ. – Улан-Удэ: Бурятское кн. изд-во, 1989. – 51 с.

2. *Махнев А.К., Чибрик Т.С., Трубина М.Р., Лукина Н.В.* и др. Экологические основы и методы биологической рекультивации золоотвалов тепловых электростанций на Урале. – Екатеринбург: УрО РАН, 2002. – 356 с.

3. *Перельман А.И., Касимов Н.С.* Геохимия ландшафта: – М.: Астрея – 2000, 1999. – 768 с.

4. *Убугунов В.Л., Кашин В.К.* Тяжелые металлы в садово-огородных почвах и растениях г. Улан-Удэ. – Улан-Удэ: изд-во БНЦ СО РАН, 2004. – 128 с.

5. *Цыбжитов Ц.Х., Цыбжитов А.Ц.* Почвы бассейна оз. Байкал. Генезис, география и классификация лесостепных почв. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2000. Т. 2. – 172 с.

6. *Черенцова А.А.* Оценка воздействия золоотвалов на окружающую среду: на примере Хабаровской ТЭЦ-3: Автореф. дис. канд. биол. наук. – Владивосток, 2013. – 22 с.

7. *Юдович Я.Э., Кетрис М.П.* Токсичные элементы-примеси в ископаемых углях. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. – 648 с.

8. *Preston C.M., Schmidt M.W.I.* Black (pyrogenic) carbon: a synthesis of current knowledge and uncertainties with special consideration of boreal regions // Biogeosciences. – 2006. – № 3. – P. 397–420.

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

УДК 631.4

ОСОБЕННОСТИ РЕОЛОГИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИХ ФРАКЦИЙ ТЕМНО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ

М.С. Которова
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
kot-m.kotorova27@yandex.ru

Естественно-сложенные почвы представляют собой высококонцентрированные полидисперсные системы. Они состоят из частиц разного размера, которые для удобства изучения объединяются в группы, называемые фракциями гранулометрического состава. В данной работе исследовано реологическое поведение горизонтов темно-каштановой почвы А и B_1 и их фракций (ил и крупная пыль). Известно, что существенной для классификации почв по размеру частиц является граница 0.01 мм, разделяющая качественно различные по составу, свойствам и влиянию на почвообразование группы фракций «физического песка» (>0.01 мм) и «физической глины» (<0.01 мм). Именно поэтому нами были выбраны фракции, относящиеся к разным классификационным единицам.

Реологические исследования позволяют получить деформационные характеристики почв, выявить преобладающие в теле структурные связи, их прочностные свойства и качество. Структурно-механические свойства были изучены по реологическим кривым – кривым течения (основной и дополнительной), полученным на ротационном вискозиметре «РЕОТЕСТ – 2» с цилиндрическим измерительным устройством. Опыт проводился через сутки после насыщения, когда влажность достигала величины капиллярной влагоемкости, и почва приобретала вязко-текучую консистенцию. Измерения производились для всех образцов в течение двух циклов, каждый из которых состоял из прямого хода (с 1 по 12 скорость) и обратного (с 12 по 1 скорость). В первом цикле время деформирования на каждой скорости составило 3 минуты, во втором – 1 минуту. Ротационный вискозиметр позволяет получить две реологические кривые: основную, выражающую зависимость напряжения сдвига (τ, Па) от скорости сдвига (γ, 1/с), и дополнительную, которая, в свою очередь, выражает зависимость эффективной вязкости (η, Па·с) от скорости сдвига (γ, 1/с). С помощью построенных реологических кривых были определены параметры прочности и параметры вязкости для горизонтов гранулометрических фракций исследуемых почв.

При анализе реологических кривых было выявлено совершенно разное поведение как между исходными горизонтами и их фракциями, так и между самими гранулометрическими фракциями. Только в илистой фракции виден ясный изгиб, после которого начинается быстрое нарастание удлинений – текучесть – при возрастающей нагрузке. Эта точка перегиба называется верхним пределом текучести. Зависимость напряжения сдвига от скорости деформации во фракции крупной пыли характеризуется синусоидальными скачками. Похожее поведение характерно для песчаной фракции, как и явление дилатансии, выявленное при анализе дополнительной реологической кривой.

При сравнении реологических параметров илистой фракции горизонтов А и B_1 было выявлено следующее: параметр $Pк_1$, характеризующий начало течения почвенной суспензии, в верхнем горизонте составляет 95 Па, в нижнем 136 Па. В илистой фракции горизонта B_1 параметр Pm, который характеризует напряжение сдвига, соответствующее полному разрушению образца, равен 745 Па; для горизонта А данный параметр равен 710 Па. Оценка прочности коагуляционных связей между почвенными частицами проводилась на основе рассчитанного параметра $Pm/Pк_1$: илистая фракция горизонта А характеризуется большей прочностью коагуляционных связей по сравнению с илистой фракцией горизонта B_1.

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

УДК 574:630*114.441

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЕННЫХ ПОТОКОВ CO_2 В АНОМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА 2017 ГОДА НА РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ МЕЗОРЕЛЬЕФА ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ ДАЧИ РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА

Д.И. Кукушкина
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва
dashkkke@yandex.ru

Экологической проблемой человечества в последнее десятилетие является изменение климата или «глобальное потепление». С каждым годом все чаще происходит увеличение дней с аномальными температурами, выпадением осадков выше нормы и климатических катастроф. 2017 год так же был не исключением по аномальным явлениям. Основным источником изменения климата на планете считают парниковые газы, к наиболее распространенному и изучаемому относится углекислый газ.

Основной благоприятной экосистемы служат лесные территории. Мониторинг проводился на Лесной Опытной Даче РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Исследуемые участки заложены на различных вариантах мезорельефа по трансекте с СВ на ЮЗ. Участки 1 и 2 заложены на прямом слабопокатом коротком склоне мореного холма северо-восточной экспозиции: в средней (ССВ) и в нижней части склона (ПСВ). Участки 4 и 5 заложены на противоположном пологом склоне повышенной длины юго-западной экспозиции: в средней и нижней части склона слабовогнутой формы (СЮЗ и ПЮЗ). Ключевой участок 3 расположен на выположенной вершине моренного холма (ВМХ). Все ключевые участки имеют различный породный состав, варьируемую антропогенную нагрузку и, следовательно, отличающиеся почвенные характеристики.

Вегетационный период 2017 года был холодным и влажным, средняя температура за июнь составляет 17 °С, в период измерений она составила 11.4 °С, количество осадков в летний период 2017 г. наоборот превысило средние значения, и составило только за июнь месяц 120 мм (при средней 79 мм). Ранее была доказана зависимость количества потоков углекислого газа от температуры почвы (R=0.91) (М.В. Тихонова), тогда как сама температура почвы напрямую зависит от среднесуточных температур воздуха, влажности и мезорельефа.

Исследуемые данные показали, что от количества выпавших осадков зависит температура почвы, и, следовательно, количество потоков CO_2. Максимальные значения потоков приходились на август на склон северо-восточной экспозиции (20.4 г/м^2 в день) и юго-западной экспозиции (30.6 г/м^2 в день). Минимальные потоки CO_2 пришлись на самый холодный месяц – июнь, и составили на вершине моренного холма (13.2 г/м^2 в день) и на подошву ЮЗ склона (14.5 г/м^2 в день).

Можно сделать выводы, что эмиссия почвенных потоков углекислого газа зависит не только от положения в мезорельефе, антропогенной нагрузки, но и от совокупности климатических факторов в сезонности. При аномально-низких температурах в летний период количество потоков CO_2 снижается.

Полученные данные могут быть учтены при планировании лесопарковых территорий на городских территориях, для снижения концентраций CO_2.

Работа рекомендована к.б.н., старшим преподавателем кафедры экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева М.В. Тихоновой.

УДК 631.416

СОДЕРЖАНИЕ Cu, Zn, Pb И Cd В ПОЧВАХ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН г. МОСКВЫ

В.О. Куликов
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
vovochka0396@mail.ru

С каждым годом в Москве растет автопарк и развивается промышленность, что приводит к возрастанию загрязнения различными поллютантами, в том числе и тяжелыми металлами. Основными причинами загрязнения рекреационных и парковых зон города Москвы является близкое расположение автомагистралей и, в ряде случаев, промышленных предприятий. Ввиду изменения транспортной нагрузки и периодического обновления почв города существует необходимость изучения содержания ряда наиболее распространённых в городской среде и опасных с экологической точки зрения тяжелых металлов – меди, цинка, свинца и кадмия.

Цель работы – охарактеризовать содержание тяжелых металлов (ТМ) в почвах рекреационных зон г. Москвы на примере ряда парков на настоящее время.

Основной задачей работы стало определение общего содержания и содержания подвижных форм Cu, Zn, Pb и Cd в генетических горизонтах почв ряда парковых зон г. Москвы и выявление превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) в отношении указанных форм ТМ.

Объекты исследования:

1. Рекреационная зона МГУ им. М.В. Ломоносова;
2. Филиал ботанического сада (ФБС) МГУ им. М.В. Ломоносова на Проспекте Мира;
3. Мемориальный сад филиала музея Л.Н. Толстого в Хамовниках;

Для определения валового содержания тяжелых металлов в почве использовался метод неполного разложения почв 5 М раствором азотной кислоты (ГОСТ Р 53218-2008). Для извлечения подвижных форм тяжелых металлов использовался ацетатно-аммонийный буферный раствор с pH 4.8. Количественное определение тяжелых металлов проводилось на атомно-абсорбционном спектрометре.

Выводы: В отношении валового содержания меди превышения уровня ПДК не наблюдается ни в одном профиле, за исключением одной из почв ботсада. Превышение ПДК для подвижных форм меди имеет место практически во всех профилях на территории ботсада и МГУ; почвы усадьбы Льва Толстого в Хамовниках не обнаруживают превы-

шения ПДК по подвижным соединениям меди. По цинку превышение ПДК для валового содержания отмечено в почвах ботсада и территории МГУ. Превышение ПДК для подвижных форм соединений цинка наблюдается в одном из профилей ботсада в центральной части профиля, а также в разрезе на территории МГУ. Превышение ПДК для валового содержания свинца наблюдается почти во всех изученных профилях. Содержание подвижных форм свинца не обнаруживает превышения ПДК в почве на территории МГУ, в остальных почвах наблюдается превышение. Содержание кадмия в большинстве почв крайне низкое, превышение ПДК для валового содержания наблюдается лишь в одной почве – на территории МГУ.

Таким образом, наихудшая картина наблюдается в отношении загрязнения свинцом срединной части профилей, что, вероятнее всего, связано как с воздействием промышленности, так и с остаточным влиянием выхлопов этилированного бензина, некогда использовавшегося для заправки автотранспорта. Почвы на территории МГУ загрязнены сильнее из-за того, что рядом с МГУ расположены транспортные магистрали, на которых наблюдается огромный поток различного транспорта. Повышенное содержание цинка и меди в середине ряда профилей, скорее всего, связано с активным развитием промышленности в городе в середине – второй половине прошлого века.

Работа рекомендована к.б.н., ст. преп. А.В. Кирюшиным.

УДК 631.4

ГЕНЕЗИС ПОЧВ ПО СОДЕРЖАНИЮ ЩЕБНЯ В ГОРНОЙ ТУНДРЕ НА УРАЛЕ

А.А. Кучева
Пермский государственный агротехнологический университет,
samofalovairaida@mail.ru

Горная тундра занимает площадь более 200 тыс. га в горной части Пермского края. Почвы горной тундры в 50-х гг. прошлого столетия изучал М.А. Тифлов. Материалы ученого почти не публиковались и сведений о почвах горной тундры мало.

Цель исследования – изучить условия формирования почв горно-тундрового пояса на хребте Басеги (заповедник «Басеги»). Генезис почв изучали по 6 разрезам, заложенным на горе Северный Басег в горно-тундровом поясе на высоте 930–950 м н.у.м. Почвы расположены на выровненном участке на вершине горы с каменистыми россыпями и

низкорослой растительностью. Названия почв определены по классификации 2008 г. Изучаемые профили почв отнесены к стволам: первичного почвообразования (отдел слаборазвитых почв, тип петрозем), постлитогенного, представленного отделами: литоземы (профиль меньше 30 см), органо-аккумулятивные (срединный горизонт не выражен). Статистическая обработка выполнена с учетом происхождения горизонтов (минеральные, органогенные) с помощью программы STATISTICA-10.0 и Microsoft Excel.

Анализ содержания щебня в почвах горной тундры позволил выделить особенности генезиса почв: преобладает щебень размером более 10 мм, что указывает на активные процессы выветривания; в органогенных горизонтах щебня очень мало, а в минеральных напротив, много; низкое содержание щебня или его отсутствие в органогенных горизонтах может указывать на аэральный привнос пылеватых частиц, создающих субстрат для развития тундровой растительности; по распределению щебня по профилю можно предположить, что профиль почв в горно-тундровом поясе растет в двух направлениях: вверх за счет роста мощности органогенных горизонтов, и вниз за счет преобразования щебня в ходе выветривания и первичного почвообразования в мелкозем в минеральных горизонтах почв; горизонты почв за счет различного содержания щебня являются механическими барьерами друг для друга, так как создаются неодинаковые гидротермические условия в пределах маломощного профиля. Анализ свойств органогенных и минеральных горизонтов почв позволил определить элементарные почвенные процессы: торфообразование, аккумуляция и разложение растительных остатков, гумусообразование, кислотный гидролиз минеральной части, выщелачивание, элювиирование, лессиваж.

Для горизонтов различного происхождения (органогенные, минеральные) определены связи и их теснота между свойствами почв. Установлена средняя и сильная теснота связи между содержанием щебня в органогенных горизонтах и мощностью всего профиля. Таким образом, наличие щебнистого материала в этих горизонтах создает условия для развития профиля вглубь. В отношении минеральных горизонтов такая связь выражается иначе: для роста профиля почвы необходимо наличие тонко щебнистого материала размером менее 5 мм. В органогенных горизонтах многие свойства зависят от содержания щебня, а в минеральных горизонтах почв с содержанием щебня связаны содержание гумуса ($r=0.89$) и сумма обменных оснований ($r=0.74$). Таким образом, выявленные особенности почв горной тундры дают основание утверждать о их различном происхождении. Генезис почв в суровых условиях горной

тундры на высоте более 900 м н.у.м. происходит в двух различных направлениях: с развитием профиля вглубь при преобладании процессов выветривания и высоком содержании щебнистого материала; с нарастанием профиля вверх за счет аэрального наноса частиц, где щебень почти отсутствует в профиле.

На основании полученных данных, считаем почвы тундрового пояса уникальными объектами, формирующимися в специфических экологических условиях и рекомендуем их включить в Красную книгу почв Пермского края.

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

УДК 631.43

АПРОБАЦИЯ МЕТОДА ОЦЕНКИ ЗНАЧЕНИЙ ФУНКЦИИ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ ПО ДАННЫМ О ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПОЧВЫ И КОЭФФИЦИЕНТЕ ФИЛЬТРАЦИИ ВЛАГИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ «HYDRAULICS»

В.А. Лазарев, Р.С. Гиневский
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
lviktor.97@mail.ru

При обосновании мелиоративных и землеустроительных проектов, а также эксплуатации и реконструкции объектов водного хозяйства существует проблема информационного обеспечения по отношению к гидрофизическим свойствам почвы. Эта проблема обусловлена высокими трудозатратами проведения соответствующих инженерных изысканий и лабораторных исследований. По этой причине методы косвенной оценки показателей, измерение которых является особо трудоемким (например, гидравлической проводимости почвы [1]), с использованием относительно доступных данных (например, о водоудерживающей способности почвы и коэффициенте фильтрации влаги), безусловно, являются весьма востребованными в мелиоративной и землеустроительной практике [2–4].

На кафедре «Водохозяйственное и гидротехническое строительство (ВиГС)» СПбПУ разработан метод расчета отношения значений функции гидравлической проводимости почвы к коэффициенту фильтрации влаги. В методе используются данные прямого измерения водоудерживающей способности почвы, проводимого по стандартной методике. Этот метод положен в основу компьютерной программы «HYDRAULICS».

Цель исследования – оценка точности прогнозных расчетов отношения значений функции гидравлической проводимости почвы к коэффициенту фильтрации влаги с использованием программы «HYDRAULICS».

При выполнении исследования использованы данные о пяти почвах различного гранулометрического состава из каталога Муалема [5].

Выводы. Достаточно высокая точность прогнозирования значений функции гидравлической проводимости почвы, приведенных к коэффициенту фильтрации влаги, которая достигнута в вычислительных экспериментах, подтверждает эффективность разработанного метода и свидетельствует о больших перспективах его практического применения.

Литература

1. *Банкин М.П., Заславский Б.Г., Терлеев В.В.* Автоматизированная система определения влагопроводности почв // Научно-технический бюллетень по агрономической физике. 1988. Т. 72. С. 33–36.

2. *Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Волкова Ю.В., Терлеев В.В.* Планирование инвестиций в строительство и реконструкцию мелиоративных систем // Природообустройство. 2013. № 3. С. 32–37.

3. *Шишов Д.А., Стрекулев Г.Б., Терлеев В.В.* Землеустройство в системе концепции охраны нарушенных земель на примере экологически загрязненных территорий // В сб.: Неделя науки СПбПУ. 2015. С. 189–191.

4. *Medvedev S., Topaj A., Badenko V., Terleev V.* Medium-term analysis of agroecosystem sustainability under different land use practices by means of dynamic crop simulation // IFIP Advances in Information and Communication Technology. 2015. V. 448. P. 252–261.

5. *Mualem Y.* A catalogue of the hydraulic properties of unsaturated soils. Research Project 442. Technion, Israel Institute of Technology, Haifa, Israel, 1976. 100 p.

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

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

УДК 631.41

СОРБЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ ПОЧВЕННЫМИ МИНЕРАЛЬНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

А.Н. Мальцева
Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, ansmalc@mail.ru

Органо-минеральные взаимодействия, в частности сорбционные процессы с участием поверхности минеральных матриц, являются наиболее общим физико-химическим механизмом стабилизации органического вещества (ОВ) в почвах. Характер взаимодействия ОВ с минералами варьирует в зависимости от размера, заряда органических молекул, минералогического состава и поверхностных характеристик минеральной фазы. Основным определяющим фактором является химия поверхности и физические свойства минеральной матрицы (например: формы, шероховатости, удельной поверхности). Сорбция на минеральных частицах ОВ может вызывать изменения химических и физических свойств минеральных поверхностей, и, следовательно, может играть ключевую роль в ряде поверхностных процессов, таких как адсорбция, осаждение и растворение минералов. Поглощение химических веществ почвенными минералами оказывает существенное влияние на сохранение ОВ почв, доступность питательных элементов и подвижность поллютантов. Однозначного представления о роли минеральных компонентов почвы в формировании специфического ОВ почвы и стабилизации ОВ в почвах до настоящего времени не выработано. Данная работа направлена на выявление сорбционной способности различных минеральных компонентов почвы в отношении водорастворимого ОВ (ВОВ) растительного материала разного биохимического качества в модельном эксперименте.

Изучена сорбция ОВ растительных экстрактов на кварцевом песке, покровном суглинке, каолините и бентонитовой глине. Ряд сорбционных экспериментов проведен в статических условиях при комнатной температуре. В опыте использовали надземную часть кукурузы и клевера лугового. Экстракты были получены из свежих растительных остатков (РО) и разлагающейся в течение 6 месяцев растительной биомассы. ВОВ извлекали холодной водой при соотношении РО:Вода 1:100 и готовили серию растворов с концентрацией 0–300 мг/л по углероду. Органо-минеральные суспензии встряхивали на шейкере в течение 4 часов и оставляли на сутки для достижения сорбционного равновесия. Затем суспензии центрифугировали и подвергали ультрамембранной фильт-

рации. Концентрацию углерода (СВОВ) исходных водных экстрактов и равновесную концентрацию после взаимодействия с минералами определяли методом мокрого сжигания по Тюрину. Рассчитана статическая обменная емкость (СОЕ) сорбентов по формуле $СОЕ=(C_0–C_{равн})·V/m$, где C_0 и $C_{равн}$ – исходная и равновесная концентрации углерода экстрактов, мг/мл; V – объем экстракта, мл; m – масса сорбента, г. Наибольшая сорбционная способность в отношении ОВ исследуемых экстрактов характерна для бентонитовой глины. Так, бентонитовый сорбент удерживает в 7–8 раз больше водорастворимого углерода свежих остатков, по сравнению с песчаным. Показано, что независимо от биохимического состава растительного материала сорбционная емкость увеличивается в следующем ряду сорбентов: песок < каолинит ~ суглинок < бентонит. Причем, подобная закономерность сохранялась, как для ВОВ свежей растительной биомассы, так и для гумифицированных остатков. Таким образом, количество иммобилизованного ОВ на минеральной поверхности зависит, главным образом, от минералогических особенностей сорбента. Следует отметить, что продукты разложения растительной биомассы поглощались почвенными минералами в большей степени, чем водорастворимые органические соединения свежих РО. Выявлена селективная сорбция ОВ растительных экстрактов на поверхности минеральных матриц, что в дальнейшем определяет состав и свойства новообразованного и стабилизированного ОВ.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках проектов № 16-34-01172 мол_а, № 16-04-00924.

УДК 631.4

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ (^{226}Ra, ^{232}Th, ^{40}K, ^{137}Cs) В КОРИЧНЕВЫХ ПОЧВАХ И БУРОЗЕМАХ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА

Е.В. Мингареева
ФГБНУ Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии, Санкт-Петербург

Введение. Одной из актуальных экологических проблем является радиационное загрязнение экосистем. Независимо от источников загрязнения его последствия всегда отражаются на почвах. В настоящее время накоплен существенный материал по содержанию радионуклидов в почвах России. Однако этот материал сильно усреднен и, в основном, касает-

ся тех регионов, которые подверглись сильному техногенному загрязнению. Этих данных не достаточно для объективной оценки содержания радионуклидов в почвах и их опасности для окружающей среды.

Цель работы – сравнение содержания естественных радионуклидов (^{226}Ra, ^{232}Th, ^{40}K) и техногенного ^{137}Cs в двух типах почв южного берега Крыма (ЮБК).

Объектами исследования явились почвы структурно-метаморфического отдела (КиДПР, 2004) – коричневая и бурозем, отобранные в 2017 г. на территории: Ялтинского горно-лесного природного заповедника (Ай-Петринская яйла, бурозем, Р.2.06.17), Крымского природного заповедника (бурозем, Р.5.06.17), Никитского ботанического сада (мыс Мартьян, коричневая почва, Р.3.06.17) и городского округа Судака (село Весёлое, коричневая почва, Р.6.06.17). Исследуемые почвы сформированы на элювии известняка (буроземы) и карбонатных глинистых отложениях (коричневые). Удельная активность радионуклидов (^{226}Ra, ^{232}Th, ^{40}K, ^{137}Cs) определялась методом гамма-спектрометрии в ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии» согласно методике в образцах с глубин 0–5, 5–10, 10–20 и 90–100 см.

Результаты и обсуждение. Удельная активность (R_A) ^{226}Ra во всех почвах варьирует в пределах 21.6–53.3 Бк/кг (среднее значение, ΔX = 34.5 Бк/кг; стандартное отклонение, σ = 10.9 Бк/кг). Содержание радия-226 в коричневой почве и буроземе составило: 25.6–57.2 Бк/кг (ΔX = 38.2 Бк/кг, σ = 10.0 Бк/кг) и 21.5– 53.3 Бк/кг (ΔX = 30.7 Бк/кг, σ = 11.1 Бк/кг), соответственно. В почвообразующей породе диапазон R_A существенно уже – 21.6–34.0 Бк/кг (ΔX = 26.9 Бк/кг, σ = 6.1 Бк/кг). При этом, содержание радионуклида в элювии известняков более низкое (21.6–22.0 Бк/кг, ΔX = 21.8 Бк/кг, σ = 0.3 Бк/кг), чем в карбонатных глинистых отложениях – 30.0–34.0 Бк/кг (ΔX = 32.0 Бк/кг, σ = 2.8 Бк/кг). По сравнению с почвообразующими породами, содержание радия-226 в слое 0–5 см для каждой почвы в отдельности (за исключением Р.3.06.17) существенно выше – 34.4–53.3 Бк/кг (ΔX = 42.9 Бк/кг, σ = 8.3 Бк/кг). В коричневой почве (Р.3.06.17) существенной разницы между этими глубинами не наблюдается. Коэффициент вариаций для глубины 0–5 см и почвообразующей породы не превышает 23 %. В верхней части профиля коричневых почв (0–5 см, 5–10 см и 10–20 см) наибольшая R_A радия-226 наблюдается на глубине 5–10 см, тогда как буроземах наибольшее содержание ^{226}Ra характерно для слоя 0–5 см. В слое 10–20 см активность радия-226 почти во всех почвах (кроме бурозема Р.5.06.17) минимальна.

R_A ^{232}Th в почвах составляет 25.6–58.0 Бк/кг (ΔX = 45.8 Бк/кг, σ = 9.6 Бк/кг). Диапазон удельной активности тория-232 в коричневой почве более узкий (35.7–58.0 Бк/кг; ΔX = 45.7 Бк/кг, σ = 9.7 Бк/кг), чем в буроземах (25.6–56.0 Бк/кг; ΔX = 45.9 Бк/кг, σ = 10.1 Бк/кг). В почвообразующей породе диапазон R_A тория-232 варьирует от 42.5 до 53.0 Бк/кг (ΔX = 47.4 Бк/кг, σ = 4.4 Бк/кг). Разница в содержании радионуклида в образцах элювия известняков не существенна (46.2 и 48.0 Бк/кг; ΔX = 47.1 Бк/кг, σ = 1.3 Бк/кг), в отличие от карбонатных глинистых отложений (42.5 и 53.0 Бк/кг; ΔX = 47.8 Бк/кг, σ = 7.4 Бк/кг). При этом, средние значения R_A в этих почвообразующих породах близки. В слое 0–5 см содержание тория-232 составляет 25.6–55.0 Бк/кг (ΔX = 39.9 Бк/кг, σ = 14.5 Бк/кг). Наименьшие значения в слое 0–5 см характерны как для бурозема (Р.2.06.17), так и для коричневой почвы (Р.6.06.17). В почвах Р.3.06.17 и Р.5.06.17 содержание радионуклида в слое 0–5 см больше, но только относительно значений R_A в почвообразующей породе. Коэффициент вариаций для глубины 0–5 см в несколько раз выше (36.4 %), чем в и почвообразующей породе (9.2 %). В слоях 0–5 см, 5–10 см и 10–20 см в коричневых почвах наблюдается тенденция к увеличению содержания ^{232}Th с глубиной. В буроземе Р.2.06.17 (Ай-Петринская яйла): в слое 0–5 см содержание минимально, ниже (5–10 см) идет накопление радионуклида (с максимумом относительно всего профиля) и на глубине 10–20 см активность уменьшается. В буроземе Р.5.06.17 в отличие от Р.2.06.17 в слое 0–5 см наблюдается наиболее высокая активность тория-232 по профилю, в слое 5–10 см – минимальная, ниже (10–20 см и 90–100 см) активность радионуклида снова увеличивается.

R_A ^{40}K в почвах варьирует от 350 до 790 Бк/кг (ΔX = 588.1 Бк/кг, σ = 133.1 Бк/кг). Существенной разницы в содержании калия-40 в обоих типах почв не наблюдается: в коричневых – 350–790 Бк/кг (ΔX = 542 Бк/кг, σ = 139.5 Бк/кг) и буроземах – 407–760 Бк/кг (ΔX = 633.5 Бк/кг, σ = 117.3 Бк/кг). В почвообразующей породе диапазон R_A составляет 518–700 Бк/кг (ΔX = 634.0 Бк/кг, σ = 83.2 Бк/кг). В образцах элювия известняка удельная активность калия-40 выше (688–700 Бк/кг; ΔX = 694.0 Бк/кг, σ = 8.5 Бк/кг), чем в карбонатных глинистых отложениях (518–630 Бк/кг; ΔX = 574 Бк/кг, σ = 79.2 Бк/кг). При этом, в образцах карбонатных глинистых отложениях разница в активности калия-40 более существенна. R_A ^{40}K в слое 0–5 см, в целом, ниже, чем в почвообразующей породе и находится в более узких пределах 399–572 Бк/кг (ΔX = 513.3 Бк/кг, σ = 77.6 Бк/кг). Значения содержания калия-40 в слое 0–5 см для почв особо охраняемых природных территорий (ООПТ) (Р.2.06.17, Р.5.06.17 и Р.3.06.17) находится в узком диапазоне (в пределах погреш-

ности) – 540–572 Бк/кг, тогда как в коричневой почве, отобранной в районе села Веселое, содержание существенно меньше – 399 Бк/кг. Коэффициенты вариаций для глубины 0–5 см и почвообразующей породы относительно низкие и близкие по значениям – 15.1 и 13.1 %. По распределению калия-40 по профилю буроземов наблюдается следующая тенденция: в слое 0–5 см активность калия-40 составляет 540–572 Бк/кг, ниже (5–10 см) в разрезе Р.2.06.17 содержание резко увеличивается (максимальное по отношение ко всему профилю), а в Р.5.06.17 – наоборот уменьшается (минимальное по отношению ко всему профилю). В слоях 10–20 см и 90–100 см в обеих почвах (Р.2.06.17 и Р.5.06.17) R_A ^{40}К практически одинакова и для обеих почв варьирует в узком диапазоне (688–710 Бк/кг).

Техногенный ^{137}Cs обнаружен во всех почвах. Основная масса цезия-137 приурочена к глубинам 0–5 см и 5–10 см. На глубине 10–20 см цезий-137 так же встречается, но его содержание не превышает 30 Бк/кг. В буроземе (Р.2.06.17), отобранном на территории Ай-Петринской яйлы, техногенный ^{137}Cs (1.9±0.4 Бк/кг) обнаружен на глубине 40–50 см. Причина появления радионуклида на данной глубине не известна. В целом, диапазон удельной активности ^{137}Cs во всех почвах составляет 1.9–188 Бк/кг (ΔX = 71.4 Бк/кг, σ = 57.0 Бк/кг), с максимальными значениями на глубине 0–5 см (95.0–188.0; ΔX = 130.9 Бк/кг, σ = 40.7 Бк/кг). Наиболее сильно загрязненными почвами являются бурозем (Р.2.06.17), отобранный в районе Ай-Петринской яйлы, и коричневая (Р.3.06.17) – мыс Мартьян (Никитский ботанический сад). На глубине 5–10 см содержание радионуклида меньше – 44.4–118.0 Бк/кг. Для всех почв характерно уменьшение содержания радионуклида с глубиной. В целом, удельная активность цезия-137 в почвах ООПТ (Р.2.06.17, Р.3.06.17, Р.5.06.17) выше, чем в Р.6.06.17 (с. Веселое).

Заключение. Установлено содержание естественных радионуклидов (^{226}Ra, ^{232}Th, ^{40}K) и техногенного ^{137}Cs в коричневой почве и буроземе ЮБК. Существенной разницы в содержании радионуклидов (по диапазону, среднему значению и стандартному отклонению) между двумя типами почв не обнаружено. Установлено содержание естественных радионуклидов в двух типах почвообразующих пород: элювий известняка и карбонатные глинистые отложения. Разница в удельной активности радионуклидов в почвообразующих породах обнаружена только для радия-266 и калия-40. В элювии известняка ^{266}Ra меньше, чем в карбонатных глинистых отложениях, а ^{40}К – больше.

Работа рекомендована проф. Б.Ф. Апариным

УДК 631.4

ОПТИМИЗАЦИЯ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ В АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОЙ СИСТЕМЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ (НА ПРИМЕРЕ СТАЦИОНАРНОГО ОПЫТА ВО ВЛАДИМИРСКОМ ОПОЛЬЕ)

А.В. Мищенко
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
nast0896@mail.ru

В данной работе рассматривается влияние различных способов обработки почвы и разных количеств внесения удобрений на физико-химические свойства и плодородие серых лесных почв Владимирского Ополья в условиях шестипольного севооборота в рамках многолетнего опыта ВИИСХ Суздальского района Владимирской области.

Игнорирование пестроты почвенного покрова, неправильные системы удобрений, применение агротехнологий, не соответствующих почвенным процессам, ведут к деградации почв и, как следствие, к уменьшению урожайности сельскохозяйственных культур и ухудшению их качества. Проблемы обработки почвы по-прежнему являются актуальными и дискуссионными. В этой связи теоретический и практический интерес представляет изучение влияния в зернопаропропашном севообороте систем обработки, различающихся по интенсивности воздействия на почву, в комплексе с применением умеренных доз удобрений, на различные показатели плодородия почвы и урожайность возделываемых культур.

Владимирское Ополье является районом высокой культуры земледелия с плодородными почвами, а также здесь ведутся активные работы по внедрению адаптивно-ландшафтной системы земледелия (АЛСЗ), в основу которой положены идеи академика В.И. Кирюшина. Использование на практике рациональных систем обработки почвы с учетом почвенно-климатических условий позволит повысить эффективность применения удобрений и средств защиты растений, увеличить урожайность сельскохозяйственных культур и улучшить качество получаемой продукции. На опытном участке осуществляется следующий севооборот: Овёс – Многолетние травы 1 г.п. – Многолетние травы 2 г.п. – Ячмень – Черный пар – Яровая пшеница. На опытном участке применяются четыре системы обработки почв – общепринятая отвальная, комбинированно-энергосберегающая, комбинированно-ярусная и противоэрозионная.

Наиболее оптимальная картина значений pH складывается при внесении 30 кг/га удобрений на фоне всех обработок. Гидролитическая кислотность достигает максимума при комбинированно-энергосберегающей обработке (4–5 мг экв/100 г в слое 0–20 см) при внесении 30 кг/га удобрений, при остальных видах обработки почвы отличаются низкими значениями кислотности при всех дозах удобрений. При всех системах обработки наблюдается довольно стабильная и однородная картина по сумме обменных оснований по почвам и глубинам. Более высокими значениями отличаются почвы со вторым гумусовым горизонтом. Существует небольшая тенденция к повышению суммы обменных оснований с увеличением дозы удобрений. Наибольшее содержание гумуса в почвах можно отметить при энергосберегающей обработке, а при внесении 30 кг/га удобрений наблюдается наиболее ровная картина распределения содержания по почвам и по слоям. Повышение доз удобрений положительно сказывается на количестве скашиваемой зелёной массы, кроме варианта с отвальной системой обработки. Наибольшая масса получена при почвозащитной обработке на фоне внесения 60 кг/га удобрений.

Работа рекомендована в.н.с., д.с.н. Д.В. Карповой.

УДК 631.8

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ИЗВЕСТКОВАНИЯ НА СОСТОЯНИЕ СВИНЦА И КАДМИЯ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ

Л.К. Назарова
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
linaradk@mail.ru

Загрязнение почв тяжелыми металлами является одним из возможных неблагоприятных факторов изменения окружающей среды в результате применения минеральных удобрений. Данный вопрос приобретает еще более серьезный характер при длительном использовании этих удобрений. Чтобы предупредить возможный риск накопления тяжелых металлов в системе почва-растение необходим непрерывный агроэкологический мониторинг за всеми компонентами агроценоза. Длительный полевой опыт является уникальной моделью разнообразных ситуаций, которая позволяет изучить не только действие, но и последействие факторов, знание которых требуется для разработки прогноза будущих изменений.

Настоящие исследования проводились на базе длительного полевого опыта, заложенного в 1966 г. на Центральной опытной станции ВИУА (Московская область). Схема опыта включала варианты: 1. без удобрений; 2. Naa90Kx120 (фон) – аммиачная селитра в дозе 90 кг/га + хлористый калий в дозе 120 кг/га; 3. Naa90Kx120 + известь по 1.5 г.к. (гидролитическая кислотность); 4. Naa90Kx120Pсд60 аммиачная селитра в дозе 90 кг/га + хлористый калий в дозе 120 кг/га + двойной суперфосфат в дозе 60 кг/га; 5. Naa90Kx120Pсд60 + известь по 1.5 г.к; 6. Naa90Kx120 + известь по 2.5 г.к.; 7. Naa90Kx120Pсд60 + известь по 2.5 г.к.

Известь вносили в виде магнезиальной известняковой муки в течение первых трех ротаций и в восьмую ротацию (2006 год). Фосфорные удобрения вносили в течение первых пяти ротаций, с 1993 года не вносили, изучали их последействие. Образцы почв отбирали осенью в 2014, 2015 и 2016 годах.

Содержание валовых и подвижных форм свинца и кадмия определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре после экстрагирования: потенциальный запас – 1 н. раствором HCl, актуальный запас – аммонийно-ацетатным буфером с pH 4.8, комплексные соединения – аммонийно-ацетатным буфером с pH 4.8 и 1 % ЭДТА, валовое количество – после разложения плавиковой кислотой.

Результаты статистически обработали с использованием прикладных пакетов «Microsoft Excel» и STATISTICA 8.0.

Систематическое внесение физиологически кислых удобрений способствовало повышению подвижности свинца и кадмия в почве. Известкование почвы, напротив, иммобилизовало доступные формы ТМ в почве. В отношении валовых форм обоих металлов длительное применение минеральных удобрений и известкование не оказало статистически значимого влияния.

Для изучения степени зависимости содержания ТМ от агрохимических свойств почвы был проведен корреляционно-регрессионный анализ. Чтобы оценить тесноту корреляции между изучаемыми факторами мы использовали шкалу Чеддока. В результате анализа были получены разные по степени тесноты корреляционные связи: подвижные формы Pb и Cd имели высокую степень корреляции с такими агрохимическими показателями почв, как pH, Hг, S, V. Тогда как, валовые формы ТМ имели высокую степень корреляции с содержанием в почве гумуса и фосфора.

Работа рекомендована д.б.н., проф. МГУ им. М.В. Ломоносова В.С. Егоровым.

УДК 631.41, 631.42, 631.45

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТАХ ЗОНЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ СТОЙЛО-ЛЕБЕДИНСКОГО ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

Е.А. Низиенко
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
katenizza@yandex.com

Горнодобывающий комплекс (ГДК) расположен в Белгородской области, относящейся к Центрально-Чернозёмному району России. Интенсивное использование земель в сельском хозяйстве, в том числе и в зоне воздействия комплекса, делает необходимым получение достоверных данных о содержании в почвах многих элементов, особенно обладающих токсичными свойствами тяжелых металлов (ТМ). Результаты, полученные в эксперименте, можно использовать для дальнейшей оценки территории.

В ходе исследований получены данные о содержании более 20 элементов (Na, Mg, Al, K, Ca, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Mo, Cd, Sb, Ba, Tl, Pb, Th, U) – валовое содержание ТМ в почвах, дорожной пыли, воздухе, снеге и травянистой растительности в зоне воздействия ГДК; изучены химические свойства почв, влияющие на поведение ТМ, оценено влияние Стойло-Лебединского ГДК на окружающую территорию.

Объектами исследования являются почва, пыль, снег, воздух и растительность (*Elytrigia repens* L.; *Polygonum avivulare* L.), отобранные на различном расстоянии от источника в соответствии с нормативными документами.

Для определения ТМ проводилось кислотное разложение почв, дорожной пыли и травянистой растительности, а также воздушных фильтров; в полученных растворах, а также в подкисленном соляной кислотой снеге, содержание тяжёлых металлов проводилось методом ИСП-МС.

В результате было выявлено, что пространственное распределение элементов в почвах, пыли и снеге в целом сходно. Основная тенденция – постепенное снижение валового содержания элементов в дорожной пыли по мере удаления от источника, в то время, как в почве эта тенденция выражена в разы слабее.

Подвижность ТМ зависит от целого ряда факторов. Так, в контрольных точках, где сумма обменных катионов меньше, а кислотность почв выше, выше и подвижность ТМ, как и их доступность для растений, что приводит к увеличению их содержания в золе растений. [1, 2, 3]

Среди исследованных элементов нормативы превышены только для мышьяка – до 9 значений ПДК. Хотя здесь достаточно высокое фоновое содержание, оно тоже оказывается превышенным более чем в 2 раза.

Также, более чем в два раза фон превышает сурьма, кальций – в первых четырёх точках, и – в одной точке – молибден, но наличие подобного значения никак не связано с воздействием изучаемого источника.

Наибольшее воздействие от пыления ГДК испытывает территория в радиусе 5–7 км, что особенно заметно по валовому содержанию элементов в придорожной пыли и коэффициент биологического поглощения элементов растениями.

Литература

1. *Алексеев Ю.В.* Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропромиздат, Ленингр. отделение, 1987. 140 с.

2. *Кабата-Пендиас А, Пендиас Х.* Микроэлементы в почвах и растениях./ Пер. с англ. – М.: Мир, 1989.439 с., ил.

3. *Чаплыгин В.А.* Накопление и распределение тяжёлых металлов в травянистой растительности техногенных ландшафтов нижнего Дона: диссертация на соискание ученой степени к.б.н. – на правах рукописи. – Ростов-на-Дону, 2015. – 192 с.

Работа рекомендована д.б.н., доцентом Д.В. Ладониным.

УДК [631.43+004.65]

СИСТЕМА ФУНКЦИЙ ВОДОУДЕРЖИВАНИЯ И ВЛАГОПРОВОДНОСТИ ПОЧВЫ С ЕДИНЫМ НАБОРОМ ФИЗИЧЕСКИ ИНТЕРПРЕТИРОВАННЫХ ПАРАМЕТРОВ

А.О. Никоноров, В.А. Лазарев, Р.С. Гиневский
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
coolhabit@yandex.ru

В почвенно-гидрофизических расчетах широко используется уравнение Ричардса. Независимыми переменными этого уравнения являются время и пространственные координаты (в одномерном случае – глубина расчетного слоя почвы), зависимой (искомой) переменной является капиллярное давление почвенной влаги ψ. В уравнении присутствуют два коэффициента: первый описывает дифференциальную влагоемкость почвы, второй – влагопроводность почвы. Поиск решения уравнения Ричардса сводится, по существу, к описанию этих коэффициентов в виде функциональных зависимостей от переменной ψ. Если данное уравнение используется в прогнозных гидрологических и земле-

устроительных расчетах [1–3], то параметры этих функций должны быть физически интерпретированы.

Цель исследования – построение системы функций водоудерживания и влагопроводности почвы с единым набором физически интерпретированных параметров.

В мировой практике широко применяется система почвенно-гидрофизических функций, разработанная Ван Генухтеном [4]. Эта система содержит функцию водоудерживания, предложенную Ван Генухтеном, а также – функцию влагопроводности почвы, вычисленную по формуле Муалема [5]. Важнейшим преимуществом этой системы является то, что обе почвенно-гидрофизические функции имеют единый набор параметров. Существенным недостатком данной системы является то, что эти параметры являются формальными и не имеют физического смысла. На кафедре «Водохозяйственное и гидротехническое строительство (ВиГС)» СПбПУ разработана математическая модель, описывающая гидрофизические свойства почвы, и предложена система почвенно-гидрофизических функций с физически интерпретированными параметрами.

Выводы: С использованием математической модели, разработанной на кафедре ВиГС, выполнены вычислительные эксперименты по идентификации параметров с использованием ограниченного набора данных о водоудерживании почвы и коэффициенте фильтрации влаги. Достаточно высокая точность аппроксимации опытных данных подтверждает физическую адекватность модели.

Литература

1. *Арефьев Н.В., Венкель К.О., Миршель В., Баденко В.Л., Терлеев В.В., Волкова Ю.В.* Комплексная оценка агромелиоративных систем для планирования их реконструкции // В сб.: Тенденции развития агрофизики в условиях изменяющегося климата. 2012. С. 468–472.

2. *Шишов Д.А., Стрекулев Г.Б., Терлеев В.В.* Землеустройство в системе концепции охраны нарушенных земель на примере экологически загрязненных территорий // В сб.: Неделя науки СПбПУ. 2015. С. 189–191.

3. *Medvedev S., Topaj A., Badenko V., Terleev V.* Medium-term analysis of agroecosystem sustainability under different land use practices by means of dynamic crop simulation // IFIP Advances in Information and Communication Technology. 2015. V. 448. P. 252–261.

4. *Van Genuchten, M.Th.* A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils // Soil Sci. Soc. Am. J. 1980. V. 44. P. 892–989.

5. *Mualem Y.* A new model for predicting hydraulic conductivity of unsaturated porous media // Water Resour. Res. 1976. V. 12. P. 513–522.

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

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

УДК [631.43+004.65]

ФИЗИЧЕСКИ АДЕКВАТНАЯ МОДЕЛЬ ГИСТЕРЕЗИСА ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПОЧВЫ И ЕЕ ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

А.О. Никоноров, Р.С. Гиневский, В.А. Лазарев
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
coolhabit@yandex.ru

Для обоснования мелиоративных и землеустроительных проектов проводятся инженерные изыскания на территории строительства [1–3]. К таким изысканиям относится и комплекс исследований гидрофизических свойств почвы. Натурное измерение показателей, характеризующих указанные свойства, весьма проблематично по причине его высокой трудоемкости. В связи с этим разработка методов косвенной оценки искомых показателей является весьма актуальной задачей.

Цель данной работы – исследование и проверка физической адекватности модели гистерезиса водоудерживающей способности почвы, разработанной на кафедре «Водохозяйственное и гидротехническое строительство» СПбПУ.

В основу модели положено представление о том, что функция дифференциальной влагоемкости почвы во всех точках гистерезисной петли может принимать два (и только два) значения, которые соответствуют сорбционным и десорбционным равновесиям почвенной влаги [4]. Для проверки физической адекватности модели использованы опытные данные о четырех почвах легкого гранулометрического состава [5]. С использованием компьютерной программы «HYSTERESIS», которая была разработана на основе исследуемой модели, выполнена серия вычислительных экспериментов по прогнозированию сканирующих ветвей петли гистерезиса.

Выводы. Разработанная модель гистерезиса водоудерживающей способности почвы соответствует физическим концепциям о природе изучаемого явления. Практическое значение модели очевидно: данные, получаемые с ее использованием, понижают: а) трудоемкость предпроектных изысканий при мелиоративном и землеустроительном проектировании, а также б) погрешность вычисления поливных норм в иррига-

ционном земледелии. Применение поливных норм, вычисленных с использованием программы «HYSTERESIS», предотвращает непроизводительные потери воды и агрохимикатов.

Литература

1. *Арефьев Н.В., Венкель К.О., Миршель В., Баденко В.Л., Терлеев В.В., Волкова Ю.В.* Комплексная оценка агромелиоративных систем для планирования их реконструкции // В сб.: Тенденции развития агрофизики в условиях изменяющегося климата. 2012. С. 468–472.

2. *Шишов Д.А., Стрекулев Г.Б., Терлеев В.В.* Землеустройство в системе концепции охраны нарушенных земель на примере экологически загрязненных территорий // В сб.: Неделя науки СПбПУ. 2015. С. 189–191.

3. *Medvedev S., Topaj A., Badenko V., Terleev V.* Medium-term analysis of agroecosystem sustainability under different land use practices by means of dynamic crop simulation // IFIP Advances in Information and Communication Technology. 2015. V. 448. P. 252–261.

4. *Гурин П.Д., Терлеев В.В.* Моделирование водоудерживающей способности почвы с учетом гистерезиса // В сб.: Тенденции развития агрофизики в условиях изменяющегося климата. 2012. С. 497–501.

5. *Терлеев В.В., Топаж А.Г., Моисеев К.Г., Гиневский Р.С., Лазарев В.А.* Расчет сканирующих ветвей с использованием данных о главных ветвях гистерезиса водоудерживающей способности на примере песчаных почв // Агрофизика. 2017. № 3. С. 34–42.

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

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

УДК 502, 631

ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ВЛИЯНИЯ МАЛОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ г. ПУЩИНО)

Л.С. Пильгуй, И.Ю. Кудреватых, П.И. Калинин
Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, lida-vasileva-94@mail.ru

Современные темпы урбанизации определяют актуальность исследований экологического состояния городов, в частности, их компонентов с ключевыми средообразующими и защитными функциями, такими как почва. Исследования почв помогают оценить интенсивность техногенной нагрузки на экосистемы и степень нарушения экологиче-

ского состояния, однако подобные работы на территории малых городов практически не проводятся. Наше исследование было нацелено на оценку изменений физико-химических свойств почвы парка в малом городе по сравнению с естественными насаждениями.

Объектами исследования стали парковая зона (в центре г. Пущино, Московской обл., численность 30 тыс. чел.) и фоновые леса (вблизи этого города). В каждом типе локализаций в межкроновых пространствах под березой, сосной, дубом и на открытом пространстве (луг) отбирали образцы почвы (всю толщу профиля, n = 3, шаг 10 см и смешанную пробу гумусового горизонта, 0–20 см, n = 3). В полученных образцах определяли Ca, K, Fe, Al, S, Mg, Ti, P, Mn, Si, Cu, Zn, Pb рентгенофлуоресцентным методом, а так же pH (потенциометрическим методом), магнитную восприимчивость (в лабораторных условиях на приборе «KAPPABRIDGE KLY-2»), илистую фракцию (осаждения почвенной суспензии по методике Айдиняна) и гранулометрический состав (методом пипетки Качинского-Робинсона-Кёхля). Для характеристики миграционных потоков проводили расчет геохимических коэффициентов: однородности почвенного материала (Ti/Al) и радиальной миграции ($M_R = E_{A1}/E_{пп}$).

Значение pH и магнитной восприимчивости составили 6 и 8, 20.2 и 43 для парка и фона соответственно, что указывает на схожесть физических условий и почвообразующей породы изученных объектов. В почве парковой зоны преобладала фракция крупной пыли (7.2–44 %), а в естественных экосистемах – тонкого песка (10.43–25 %). Корреляционный анализ показал, что илистая фракция определяет миграцию K, Mg, Al, Fe и тяжёлых металлов, а песчаная фракция – Si.

В серой лесной почве парка и естественных экосистем K, Mg, Al, Fe имеют элювиальный тип распределения в профиле, Mn, S, P, Si – аккумулятивный и смешанный – Ti, Ca, Cu, Zn, Pb. Различий между содержанием большинства элементов (Mg, Al, Si, K, Fe, P, S, Mn) в почве парковых и фоновых лесов нами не выявлено. Однако содержание Ti, Zn, Pb было выше в естественных лесах, а Ca и Cu – максимальное в почве парка. Коэффициент радиальной миграции показал, что в верхних горизонтах накапливается P, S и Mn – что определяется их биогенным накоплением, а так же Cu и Pb, связанные с распределением илистой фракции. Характерным оказалось, что в Зеленой зоне коэффициент радиальной миграции для тяжелых металлов был выше, чем таковой в фоне. Соотношение Ti/Al в почве позволяет оценить однородность почвообразующих пород и определить наличие привноса вторичного материала при почвообразовании. В ходе исследования было выявлено, что

изначально почвы развивались в одинаковых условиях, но выше по профилю происходит их деление на фоновые и парковые.

Таким образом, выявлено, что в почве парка в гранулометрическом составе преобладает фракция крупной пыли, и выше содержание Ca и Cu, а Ti, Zn, Pb значительно ниже. По другим изученным параметрам pH, магнитной восприимчивости, однородности почвообразующего материала, радиальной миграции и содержанию элементов в серой лесной почве различий не выявлено.

УДК 631.41

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И СТЕПЕНИ РАЗБАВЛЕНИЯ НА СОСТАВ ПОЧВЕННЫХ РАСТВОРОВ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

Г.Б. Подволоцкая
РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, guri_89@mail.ru

В работе объясняется различие состава почвенных растворов и водной вытяжки из почв, поверхностных вод. Показаны их изменения от соотношения почва-раствор, и температуры, это подтверждает теоретическое положение о том, что с повышением температуры, увеличивается ППК катионов с большей энергией гидратации, а с увеличением разбавления изменяется состав солей, что больше связано с энтропией растворения катионов. Показано, что в почвенных растворах и в поверхностных водах изменяются и математически взаимосвязи между компонентами растворов. Состав растворов и вод изменяется и в зависимости от погодных условий. Доказывается необходимость учета отличий химического состава почвенных растворов и водной вытяжки для агроэкологической оценки засоленных почв.

Состав почвенных растворов существенно зависит от влажности и температуры почв. Эти факторы определяют эффективные произведения растворимости осадков, эффективные константы ионного обмена и эффективные константы нестойкости комплексных соединений почв и почвенных растворов. От рассматриваемых независимых переменных зависит концентрация CO_2, O_2, CH_4 и других газов в почвенном воздухе и в растворе, что приводит к изменению в них pH и Eh среды. Степень увлажнения почвы, температура, определяет скорость перехода ионов из твердой фазы в раствор, депонирующую способность почв по отношению к десорбируемому из почв иону.

Ряд ученых отмечают, что водная вытяжка может лишь приближённо характеризовать реальное состояние почвенного раствора. Это связано с изменением условия равновесия между твердой и жидкой фа-

зами почв, при добавлении в почву больших количеств воды. При разбавлении растворов, происходит изменение значений pH на 0.7–1.5 единиц, и соответствующие изменения состава катионов и анионов. Изменение равновесия в системе твердая фаза-раствор от влажности и температуры, зависит от энергии гидратации ионов, участвующих в реакциях ионного обмена и осадкообразования. В соответствии с закономерностями, установленными в предыдущих исследованиях – с повышением температуры, увеличивается поглощение ППК многовалентных катионов с большей энергией гидратации и с меньшей энтропией растворения, а при повышении влажности предпочтительнее поглощение катионов с меньшей энергией гидратации и с большей энтропией растворения. При этом энергия гидратации катионов ккал/г-ион составляет для NH_4 – 79; K – 80; Na – 96; Ca – 275; Mg – 470; Fe – 467; Al – 1092. Все указанные факторы определяют варьирование свойств почв во времени и в пространстве, сезонную динамику свойств почв, гистерезис свойств почв, что необходимо учитывать при расчете доз удобрений и мелиорантов, при прогнозе появления в почвах в сезонной динамике неблагоприятных для растений факторов.

Объектом исследования выбраны обыкновенные, карбонатные, тяжелосуглинистые, мощные, малогумусированные черноземы Краснодарского края, вода в реке, протекающей по этой территории, дерново-подзолистые почвы Мичуринского сада РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Работа рекомендована доктором сельскохозяйственных наук, профессором кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева В.И. Савичем.

УДК 631.4

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ГОРНО-ЛУГОВОЙ АЛЬПИЙСКОЙ ПОЧВЫ ПРИ ВНЕСЕНИИ ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Р.В. Сабирова
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
srv290396@mail.ru

Горно-луговые альпийские почвы характеризуются низкой доступностью элементов минерального питания, значительное количество которых находится в законсервированном состоянии в составе слабогумифицированного органического вещества. При изменении климатических условий (например, потеплении) или при антропогенном воздейст-

вии может увеличиться биологическая активность почв, что может привести к ускорению минерализации органического вещества и увеличению доступности элементов минерального питания. В результате, может произойти изменение в структуре растительных сообществ, их продуктивности, в интенсивности обменных процессов в системе почва-растение, а также в характере биологического круговорота.

В длительном эксперименте изучалось влияние внесения извести и элементов минерального питания на состав и структуру фитоценоза альпийской лишайниковой пустоши (низкопродуктивного сообщества с доминированием кустистых лишайников и низким, до 10 см, травостоем). Через 17 лет после его начала были отобраны образцы почвы с глубины 0–10 см. Варианты эксперимента представлены контролем, известкованием (внесение гашеной извести один раз в три года), внесением фосфора в виде суперфосфата (в количестве 2.5 г/м^2 в год), внесением азота в виде мочевины (в количестве 9 г/м^2 в год), внесением суммы азота и фосфора.

В почвах определены экстрагируемые 0.05 М K_2SO_4 – С органический и N общий на анализаторе TOC-V_{CPN}; С и N микробной биомассы методом фумигации-экстракции; неорганические соединения N (N-NH_4^+ салицилат-нитропрусидным методом и N-NO_3^- восстановлением до NO_2^- на кадмиевой колонке); доступный фосфор по методу Кирсанова с последующим окрашиванием по методу Мерфи-Райли колориметрически на спектрофотометре GENESYS^{TM} 10UV; общее содержание С и N и изотопный состав N на элементном анализаторе Carlo Erba NC 2500.

В результате 17-летнего внесения элементов минерального питания в почву не было обнаружено заметных изменений концентраций общих С и N и их соотношения, изотопного состава N (δ^{15}N), концентраций экстрагируемых С, С и N микробной биомассы и их соотношения. Для этих показателей не выявлено даже каких-либо устойчивых тенденций изменения.

Концентрации экстрагируемого N, N-NH_4^+, N-NO_3^- достоверно возросли примерно в 2 раза в вариантах с внесением азота. Однако повышение концентраций лабильных форм элемента соответствует дополнительной аккумуляции всего около 1 г N/м^2, что составляет всего 0.7 % от общего внесенного количества (153 г/м^2). Отсутствие значительной дополнительной аккумуляции N в составе какого-либо азотного пула почвы свидетельствует об отсутствии механизма закрепления элемента и о значительном (преимущественном) его улетучивании с поверхности при фотохимическом разложении карбамида.

Концентрация подвижного фосфора увеличилась в 12 раз в варианте с внесением этого элемента. При этом в экстрагируемой форме дополнительно обнаружилось 7.4 г/м^2 фосфора, что составляет 17 % от внесенного количества (42.5 г/м^2). Вероятно, основная часть фосфора закрепилась в составе более прочно связанных форм соединений.

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

УДК. 631.4

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЯ И ПОДКИСЛЕНИЯ НА ПЛОДОРОДИЕ ОСУШЕННЫХ ПАХОТНЫХ ПОЧВ

Е.Д. Самарина
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
d.m.samarin@ngs.ru

В Калининградской области гумидный климат. Среднегодовое количество осадков, по последним данным, составляет 780 мм по метеостанции г. Калининграда. По данным ФГБУ «Управление «Калининградмелиоводхоз», общая площадь осушаемых почв сельскохозяйственных угодий составляет 594.3 тыс. га, при этом в неудовлетворительном мелиоративном состоянии на данный момент находится 193.6 тыс. га. Известкование требуется на площади 283.3 тыс. га.

Цель работы: оценить влияние переувлажнения и подкисления на агрохимические свойства почв и продуктивность озимой пшеницы. Задачи: 1. провести агрохимическое обследование почв; 2. исследовать режим влажности почв; 3. изучить биометрические показатели и урожайность озимой пшеницы; 4. оценить потери урожая.

В качестве объекта исследования было выбрано типичное пахотное поле в Зеленоградском районе Калининградской области, расположенное в пределах Самбийской холмисто-моренной равнины.

В результате агрохимического обследования установлено, что средний уровень pH_{KCl} на поле составляет 4.5 с варьированием от 4.1 до 5.0. Почвенная кислотность на 79 % обусловлена обменным алюминием, однако его содержание только на двух контурах из четырнадцати превышает 2 мг/100 г.

Закономерность распространения почв на участке такова: на вершинах и склонах – буроземы неоглеенные и глееватые, в нижних частях склонов – дерново-подзолистые глеевые, а в понижениях – дер-

ново-глеевые. Почвы на поле осушаются системой закрытого дренажа со сбросом вод в открытые каналы. Состояние дренажных систем неудовлетворительное, т.к. они заохрились, заилились, а также в 2012–2013 г. по территории поля был проложен газопровод, что вызвало нарушение дренажа.

В весенний период на склонах обнаружена верховодка. Глубина ее залегания неодинакова, чаще всего – с 90 см. В замкнутых понижениях наблюдается поверхностное затопление до конца апреля – середины мая. В результате обследования установлено, что вымочки с полной гибелью пшеницы занимают около 20 % от общей площади поля.

На поле возделывалась озимая пшеница сорта Скипетр по интенсивной технологии, предусматривающей неоднократное применение гербицидов и фунгицидов, комплексное предпосевное удобрение и две подкормки аммиачной селитрой и полифоской. Уборка пробных снопов проводилась в фазу полной спелости на 15 почвенных ареалах. Обмолот выполнен вручную. Биологический урожай на буроземах вершин холмов составил в среднем 5.6 т/га, на глееватых почвах склонов – 4.9 т/га, на дерново-глеевых почвах открытых понижений – 2.1 т/га, а в замкнутых понижениях наблюдалось практически полное выпадение растений. В пределах всех элементов рельефа наблюдалась значительная вариабельность урожайности, связанная с различным содержанием фосфора, калия, обменных оснований. В результате расчетов установлено, что в ареалах глееватых буроземов, где содержание обменного алюминия в пахотном горизонте составило 3.2 мг/100 г, урожайность снижалась в 2.6 раза. В открытых понижениях в условиях стояния верховодки в слое 20–40 см до середины апреля – второй декады мая при затяжной холодной весне урожай снижался в 2.3 раза. При этом наблюдались зоны, где нитраты, мигрирующие со склонов, перехватывались корневой системой пшеницы, и урожайность возрастала в 2 раза. Для повышения урожайности требуется проведение известкования и восстановление закрытого дренажа.

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

УДК 630*114.11

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЕРХНИХ ГОРИЗОНТОВ ПОЧВЫ ПОСЛЕ ПРОХОДНЫХ РУБОК

Д.Н. Солдатова[1], А.С. Ильинцев[1,2]
[1]Северный (Арктический) федеральный университет
им. М.В. Ломоносова,
[2]Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства,
г. Архангельск
dashas38@yandex.ru, a.ilintsev@narfu.ru

Рубки леса, осуществляемые на современном техническом уровне, приводят к существенному изменению почвенного и лесного покровов. Лесные почвы чувствительны к неправильному и масштабному лесопользованию.

Цель исследования заключалась в изучении физических свойств верхних горизонтов почвы на различных технологических участках после проходных рубок в смешанных лесах. Объекты исследования расположены в Обозерском лесничестве Архангельской области. Исходные насаждения представлены послепожарными, разновозрастными, смешанными древостоями черничного типа леса. Почва мелкоподзолистая супесчаная иллювиально-железистая на среднем моренном суглинке. Рубки были проведены в 2008 и 2015–2017 гг. по среднепасечной технологии, интенсивность по запасу составляла 25–36 %. Валка деревьев на лесосеках 2008 и 2015 гг. осуществлялась бензомоторными пилами, а трелевка – трактором ТДТ-55А. Валка деревьев на лесосеках 2016–2017 гг. осуществлялась харвестером «Валмет 911.4» и «Komatsu PC200-8MO», из середины пасек бензомоторными пилами, а вывозка форвардером «Komatsu 855». Всего было обследовано 4 объекта.

В полевой период 2017 года были собраны образцы подстилочно-торфяного (0–10 см), элювиального (10–20 см) и иллювиального (20–30 см) горизонтов почвы в нетронутом рубкой насаждение (контроль), в пасеках и на волоках проходных рубок. Всего было собрано 116 образцов подстилочно-торфяного и 232 минеральных горизонтов почвы. Были определены следующие физические свойства: плотность сложения, плотность твердой фазы, общая пористость и пористость аэрации. Для статистического анализа использовали однофакторный дисперсионный анализ.

В результате проведенного исследования установлено то, что после проходных рубок с использованием многооперационных машин (харвестер + форвардер), а также бензомоторных пил совместно с трелевочным трактором ТДТ-55, прослеживается изменение физических свойств

(плотности сложения, общей пористости и пористости аэрации) на глубине 0–10 см (гор. О), 10–20 (гор. El), 20–30 (гор. В) см. На волоках 1–2-х летних вырубок достоверно снижается мощность подстилочно-торфяного (О) горизонта по сравнению с контрольным насаждением. Отмечается также уплотнение почвы, которое сопровождается в повышение плотности исследуемых горизонтов, причем наибольше уплотнение отмечается в верхнем горизонте (El) почвы и может достигать различий по сравнению с контролем в 4 раза и более. С глубиной это разница снижается. С увеличением плотности сложения отмечается снижение общей пористости, где также прослеживается зависимость снижения различий от верхнего органогенного горизонта к нижнему минеральному горизонту с 18 до 11 %. Похожая тенденция наблюдается в снижении пористости аэрации. На 10-ти летней вырубке, как в пасеках, так и на волоках мощность подстилочно-торфяного (О) горизонта не отличается по сравнению с контрольными значениями. Хотя отмечается повышенный показатель плотности сложения подстилочно-торфяного (О) горизонта. Отмечено также снижение общей пористости по сравнению с контролем, которое достоверно различается только в пасеках. На волоках и пасеках наблюдается пониженный показатель пористости аэрации по сравнению с контролем, что также прослеживается в нижних минеральных горизонтах (El и В).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Архангельской области в рамках научного проекта № 17-44-290127.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. Е.Н. Наквасиной.

УДК 631.4

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТОК ПОЧВЫ НА СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ЧЕРНОЗЕМОВ В УСЛОВИЯХ «МНОГОФАКТОРНОГО ПОЛЕВОГО СТАЦИОНАРНОГО ОПЫТА» ВСЕРОССИЙСКОГО НИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ЗАЩИТЫ ПОЧВ ОТ ЭРОЗИИ (г. КУРСК)

А.А. Соловьева
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
solovyova.a.a@mail.ru

Цель работы: оценить изменения количественного и качественного состава органического вещества (ОВ) черноземов в условиях многофакторного опыта ВНИИ ЗиЗПЭ.

Пробы чернозема типичного маломощного были отобраны на опытных полях многофакторного полевого опыта ВНИИ ЗиЗПЭ (г. Курск), заложенного в середине 80-х годов прошлого столетия. Необходимость исследований вызвана развитием процесса дегумификации

пахотных почв, особенно черноземов. В литературе как отечественной, так и зарубежной, нет единой точки зрения на оценку скорости потерь Сорг почвами и методы ее оценки. Методы исследования, использованные в работе, были рекомендованы сотрудниками института для возможности дальнейшего сравнения полученных нами данных с уже существующими результатами многолетних исследований. Негумифицированное ОВ (НОВ) – методом монолитов с последующим отмыванием на ситах [1]. Содержание НОВ и плотность почвы определяли в монолитах объемами 500 см^3 и 250 см^3 в слоях 0–10 см, 10–20 см, 20–25 см, 25–35 см, 35–45 см, 45–50 см в 3-х повторностях с отмывкой на ситах. pH и Сорг определены стандартными методами. Лабильные гумусовые вещества (ЛГВ) и их состав в 0.1 н вытяжке NaOH по методике Почвенного института с предварительным компостированием [4]. Групповой и фракционный состав гумуса органогенных горизонтов методом Тюрина в модификации Пономаревой и Плотниковой [3]. Влажность почвы – весовым методом [2]. Плотность сложения почвы – буровым методом по Качинскому [2].

Для черноземов вариантов опыта характерен преимущественно фульватно-гуматный тип гумуса. Степень гумификации колеблется от «очень высокой» в варианте Бессменный пар (БП), до «средней» в варианте Лесополоса и Залежь. Оптическая плотность растворов ГК – «очень высокая» в вариантах БП, Лесополоса и Зернотравяный севооборот (ЗТС), и «высокая» – в вариантах Залежь и Зернопаропропашной севооборот (ЗППС). Обогащенность гумуса азотом колеблется от «очень низкой» в варианте ЗТС, до «средней» в вариантах Залежь, ЗППС и Лесополоса. С 2006 года за 10 лет наблюдается снижение содержания Сорг во всех вариантах многофакторного опыта (до 28 % в варианте БП). Максимальные изменения отмечены в вариантах ЗППС, ЗТС и БП. В составе гумуса за 10 лет уменьшается содержание ГК всех фракций в слое 0–25 см во всех вариантах опыта, что связано с высокой агрогенной нагрузкой. НОВ накапливается в вариантах Лесополоса и Залежь, где отчуждение растительных остатков минимально. Основная масса его скапливается в слоях 0–20 см. В вариантах опыта, где присутствует обработка почвы, запасы НОВ значительно ниже из-за частичного отчуждения пожнивных остатков. В варианте Бессменный пар НОВ почти полностью отсутствует. ЛГВ накапливаются в вариантах БП и Лесополоса (до 4.0 г/кг и 4.2 г/кг, соответственно). При этом доля ЛГВ (от Сорг) различается в два раза: 22 % и 11 % для вариантов БП и ЛП, соответственно. Содержание ЛГВ относится к среднему и низкому уровням (в варианте ЗТС). Соотношение

отдельных фракций ЛГВ веществ смещено в сторону ФК. Агрогенная нагрузка на почвы многофакторного полевого опыта привела к изменениям в составе и содержании ОВ черноземов, вызвав увеличение фульватности гумуса, уменьшение его содержания за счет повышения минерализации стабильных фракций (предположительно связанных с кальцием и минеральной частью почвы).

Литература

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985, 351 с.

2. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – М.: Изд-во: Агропромиздат, 1986, 416 с.

3. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса. – М.: Изд-во МГУ, 1981, 272 с.

4. Рекомендации для исследования баланса и трансформации органического вещества при сельскохозяйственном использовании и интенсивном окультуривании почв. ВАСХНИЛ. Почвенный институт им. В.В. Докучаева. – М.: 1984. 94 с.

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

УДК 631.41

ОЦЕНКА МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА (Zn, Cu, Mn, Co, Ni, Cd, Pb) ПОЧВ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ДЕТСКИХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ДОШКОЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ г. ВЛАДИВОСТОК

А.И. Темникова

Дальневосточный федеральный университет, Владивосток,
prim_green@mail.ru

Владивосток является одним из крупнейших экономических и промышленных центров на Дальнем Востоке России. Город динамично развивается, а вместе с тем растет антропогенная нагрузка на окружающую среду. Особенностью градостроительного зонирования г. Владивостока является чередование промышленных и жилых районов, что может оказывать неблагоприятное воздействие на уровень экологического благополучия людей, особенно детей. Оценка качества почв по содержанию в них токсичных элементов позволяет выявить возможные изменения в состоянии здоровья населения.

Цель работы: оценка микроэлементного состава (Zn, Cu, Mn, Co, Ni, Cd, Pb) почв в районе расположения детских образовательных дошкольных учреждений г. Владивостока.

В задачи работы входило: 1. Определение уровней содержания Zn, Cu, Mn, Co, Ni, Cd, Pb в почвах вблизи детских образовательных учреждений в отдельных районах г. Владивостока; 2. Оценка качества почв и возможности воздействия их на здоровье населения.

Отбор почв осуществлялся методом конверта в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02–84. Объем выборки составил 42 пробы. Предварительная подготовка проб почв к определению кислоторастворимых форм элементов проводилась в соответствие с РД 52.18.191-89. Определение элементов (Zn, Cu, Mn, Co, Ni, Cd, Pb) проводилось методом атомно-абсорбционной спектрофотомерии на приборе «Shimadzu» AA-6800 в соответствии с методикой М 02-902-125-2005. Для стандартизации использовали стандартные образцы металлов, внесенные в государственный реестр средств измерения (ГСО).

Диапазоны концентраций элементов в почвах составили: Zn – 68.2–314.5 мг/кг; Cu – 5.6–576.5 мг/кг; Mn – 48.5–575 мг/кг; Co – 0.9–10.5 мг/кг; Ni 2.0–41.3 мг/кг; Cd – < от нижнего предела обнаружения до 9.6 мг/кг; Pb – 12.7–540.0 мг/кг.

По величине среднего содержания кислоторастворимых форм исследуемых элементов в почвах составлен ряд уменьшения концентраций: Mn>Zn>Pb>Cu>Ni>Co>Cd.

Максимальные концентрации Zn, Cu, Ni, Cd, Pb определены в пробе, отобранной вблизи детского сада № 113 (ул. Фадеева, 18 В); Mn – вблизи детского сада № 49 (ул. Гризодубовой, 57); Co – рядом с детским садом № 150 (ул. Сахалинская, 61).

Для характеристики техногенного загрязнения почв как индикатора неблагоприятного воздействия на здоровье населения использовали коэффициент концентраций (K_c), равный отношению концентрации элемента в почве к его фоновой концентрации в районе исследования. Оценка степени опасности загрязнения почв комплексом металлов проводилась в соответствие с МУ 2.1.7.730-99 по суммарному показателю загрязнения (Z_c), который позволяет выделить зоны риска для здоровья населения.

В исследуемом районе содержание цинка превышает фоновое в 100 % случаев (42 пробы); Cu и Pb – в 95 % (40 проб); Cd – в 4.8 % (2 пробы); Ni – в 2.4 % (1 проба). Концентрации Mn и Co ниже фоновых уровней для всех почв.

Выявлено, что 98 % почв обследованных станций (41 проба) относятся к допустимой категории загрязнения (Z_c<16). Категория загрязнения почвы, отобранной рядом с детским садом № 113 по ул. Фадеева, характеризуется как опасная (Z_c=107). В соответствие с МУ 2.1.7.730-99 на таких территориях можно ожидать увеличение числа часто болеющих детей и детей с хроническими заболеваниями.

Таким образом, 98 % почв вблизи детских дошкольных учреждений обследуемого района г. Владивостока относятся к допустимой категории загрязнения. Zn, Pb и Cu вносят наибольший вклад в формирование загрязнения тяжелыми металлами почв в районе исследования.

Работа рекомендована д.б.н., проф. кафедры экологии ДВФУ Л.Т. Ковековдовой.

УДК 550.47+504.53

БИОГЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КАК ИНДИКАТОРЫ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЧВЫ п. СОЛОВЕЦКИЙ

А.Н. Трофимова
Северный (Арктический) федеральный университет
им. М.В. Ломоносова, Архангельск, AnanasAnya@yandex.ru

Экологический мониторинг природных сред Соловецких островов проводился неоднократно, но актуальность исследований влияния антропогенной нагрузки на экологическое состояние окружающей среды Соловецких островов сильно возросла в связи с тем, что резко вырос поток туристов.

В качестве объектов исследования были выбраны почвы п. Соловецкий. Почвы отобраны с 5 пробных площадей, заложенных по периметру равноудаленно от имеющейся в поселке автомобильно-заправочной станции в 2016 г. в рамках образовательного проекта «Комплексное развитие территории с уникальным природным и историко-культурным наследием на примере Соловецкого архипелага».

Анализ физико-химических параметров показал, что все исследованные почвы – слабокислые (pH колеблется от 4.3 до 6.1), различного гранулометрического состава (содержание физической глины колеблется от 6 до 92 %) с содержанием углерода органических соединений в них от очень низкого до очень высокого (1.3–42.0 %).

Содержание нитрат-ионов в почвах очень низкое. Оно колеблется от 3 до 10.7 мг/кг и в среднем составляет 3.5 мг/кг почвы. Среднее содержание NH_4^+ в исследованных почвах составляет 35 мг/кг и колеблет-

ся от 2.32 до 178 мг/кг, при оптимальном его содержании 10–20 мг/кг. Обогащенность данных почв аммонийным азотом средняя и может быть обусловлена тем, что NH_4^+ входит в состав ППК и переходит в раствор в результате обменных реакций.

Содержание подвижного калия (в пересчете на K_2O) в почвах колеблется от 2.44 мг/кг до 713 мг/кг и в среднем составляет 136 мг/кг. Уровень обеспеченности почв данным элементом повышенный, что может быть обусловлено его антропогенным поступлением с золой и другими продуктами сгорания от местной котельной, а также миграцией соединений калия, входящих в состав строительного и бытового мусора.

На данной территории содержание фосфат-ионов составляет 250 мг/кг, уровень обеспеченности почв высокий и уже может начаться начальный этап зафосфачивания территории. Это способствует накоплению в почвах ТМ за счет образования малорастворимых фосфатов.

Содержание водорастворимого кальция в почвах колеблется от 2 мг/кг до 135 мг/кг и в среднем составляет 33 мг/кг. Уровень обеспеченности почв этим биогенным элементом очень низкий и может быть обусловлен тем, что исследованные почвы некарбонатные с кислой реакцией среды почвенного раствора.

Содержание подвижных форм магния в почвах составляет 1.14–63.9 мг/кг. Все почвы данной территории имеют низкое содержание данного элемента, что в дальнейшем может привести к деструкции почв.

В целом, первичное обследование почв п. Соловецкий показало существенное влияние антропогенной нагрузки на содержание биогенных элементов. Почвы характеризуются низким содержанием нитрат-ионов, ионами кальция и магния, и есть небольшое превышение по фосфат-ионам, ионам аммония и ионам фосфора. Данную работу необходимо продолжить, для этого нужно провести дополнительный поиск источников антропогенного загрязнения, осуществить закладку тест-полигонов для проведения эколого-химического мониторинга и разработки рекомендаций по улучшению экологической ситуации, так как биогенные элементы в почвенном покрове определяют уровень устойчивости экосистемы.

Работа рекомендована д.б.н., к.х.н., профессором Л.Ф. Поповой.

УДК 631.8:631.417.1:631.412

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ГУМУСОВОГО СОСТОЯНИЯ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ В ДЛИТЕЛЬНОМ СТАЦИОНАРНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Н.В. Ускова
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, nelly_uskova@mail.ru

Исследования, проводимые в длительных стационарных опытах, позволяют получить уникальные данные и вести наблюдение за состоянием плодородия почв во времени, дают возможность проводить наиболее объективную и достоверную оценку медленно текущих во времени процессов, свойств и режимов почв. Они позволяют провести комплексное изучение свойств, режимов, превращений органического вещества почвы в динамике и изучать проблемы плодородия почв.

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

Цель работы: изучить изменения состояния органического вещества и физико-химических свойств дерново-подзолистой почвы по материалам длительных полевых опытов при применении различных систем удобрения.

Задачи работы:

1. Изучить изменения состояния органического вещества дерново-подзолистой почвы при длительном применении удобрений при бессменном возделывании озимой ржи и картофеля;
2. Определить содержание активных компонентов гумуса, используя методы, рекомендованные комиссией Географической сети опытов с удобрениями, а так же физико-химические свойства дерново-подзолистой почвы;
3. Проанализировать полученные результаты и оценить влияние различных систем удобрения на величину урожая бессменно возделываемых озимой ржи и картофеля;
4. Оценить влияние последействия применяемых систем удобрения на содержание активных компонентов гумуса и на физико-химические свойства дерново-подзолистой почвы;
5. При помощи методов математической статистики установить достоверность различий, обусловленных влиянием системы удобрения, а так же тесноту и направление связи определяемых параметров с урожаем.

Образцы для исследования были отобраны с двух длительных полевых опытов: длительного полевого опыта РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, заложенного А.Г. Дояренко в 1912 году, а так же длительного полевого опыта СШ-5М ЦОС ВНИИА, заложенного И.П. Мамченковым в 1964 году, с 1992 года данный опыт был переведен на изучение последействия применяемых систем удобрения. Для исследования были выбраны 2 культуры – озимая рожь и картофель, возделываемые бессменно, и 4 варианта удобрения (минеральная, органическая, органоминеральная и контрольный вариант.

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

Работа рекомендована д.с.-х.н., профессором, академиком РЭА В.А. Черниковым.

УДК 631.459

ДИНАМИКА ТЕМПОВ АККУМУЛЯЦИИ ТВЕРДОФАЗНОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВ В ПОДЧИНЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ (ТУЛЬСКАЯ ОБЛ.)

Д.В. Фомичева
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
f.d.vladimirovna@rambler.ru

Не смотря на многочисленные исследования в области эрозии почв, на сегодняшний день в литературе не в полной мере представлены данные о темпах и объемах аккумуляции наносов в подчиненных ландшафтах (на залуженных бортах и в днище овражно-балочной сети). Исследования миграции и аккумуляции твердофазного вещества (ТВ) почв проводились в пределах малого водосбора в Плавском районе Тульской области. Период распашки данной территории составляет около 350 лет. За это время границы пашни изменились. Их маркируют напаши – особые формы рельефа в виде контурных валов. На участке исследования

четко диагностируются две генерации напашей: старая – с момента начала распашки по 1970-е года, и современная – с 1970-х по сей день.

Оценка динамики темпов аккумуляции ТВ почв проводилась на основе применения трех методов. Почвенно-морфологический метод характеризует изменения за весь период распашки – 350 лет. Метод магнитного трассера основан на оценке перераспределения в почвах сферических магнитных частиц – микрокомпонентов, образующихся в результате сжигания угля, в том числе в локомотивах на железных дорогах. Метод магнитного трассера характеризует период 120 лет. Радио-цезиевый метод диагностирует период 30 лет, т.к. исследуемый участок находится в зоне загрязнения Чернобыльской аварии.

В результате исследований на бортах балки были выделены участки, характеризующиеся разными темпами аккумуляции. В днище ложбины на борту балки выявлен мощный стратозем, с мощностью аккумулированной толщи, диагностированной по почвенно-морфологическому методу – 120 см. По данным методов трассеров отмечена аккумуляция за 120 лет – 40 см и за 30 лет – 15 см. Таким образом, интенсивность аккумуляции за 350 и 120 лет составила около 0.3 см в год и за последние 30 лет увеличилась до 0.5 см в год. На залежном участке, между двух генераций напашей предполагалось наличие современной аккумуляции т.к. многолетние травы служат барьером на пути миграции твердофазного вещества. Результаты исследований показали, что в период распашки данный участок активно эродировался, современной аккумуляции в залежный период обнаружено не было. Вероятно, напашь является преградой на пути наносов и способствует перераспределению потоков ТВ почвы. Под старой генерацией напаши, на целинном участке, вся аккумулятивная толща сформировалась более 30 лет назад. Наиболее интенсивная аккумуляция наблюдалась за последние 120 лет и составляла около 0.3 см в год. Современная аккумуляция здесь почти отсутствует, что подтверждает барьерную функцию напаши. Мощный стратозем, расположенный на борту балки, на участке где граница пашни не менялась с течением времени, сформирован в результате аккумуляции наносов за последние 120 лет. Именно в этот период накопление твердофазного вещества почвы было наиболее интенсивным на этом участке, скорость аккумуляции составляла примерно 0.3 см в год. Более ранние и поздние периоды темпы аккумуляции имели низкую интенсивность. Скорость накопления вещества в данные временные отрезки составила 0.1 см.

Таким образом, установлено, что наиболее интенсивная современная аккумуляция на бортах балки проявляется в днищах древних

ложбин. Две генерации напашей играют важную барьерную роль в перераспределении потоков твердофазного вещества почвы. Скорости аккумуляции на склонах балки за 350 и 30 лет варьируют от 0.1 до 0.3 см/год, за 30 лет – от 0.1 до 0.5 см /год. Скорость аккумуляции в среднем за 120 лет оставалась постоянной на всех участках и составляла около 0.3 см в год. Исследование выполнено за счет гранта РНФ (проект № 14-27-00083).

Работа рекомендована к.г.н., н.с. А.П. Жидкиным.

УДК 631.4

СТРУКТУРА И ВОДОУСТОЙЧИВОСТЬ АГРЕГАТОВ ЧЕРНОЗЕМОВ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ РАЗНОМ АНТРОПОГЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

М.В. Хмелева
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
imari99@yandex.ru

Одним из важнейших свойств почвы, влияющих на ее режимы, является структура, которая, как правило, изменяется по профилю. Для верхних горизонтов пахотных почв разработан ряд агрофизических критериев их структурного состояния, нижние горизонты в большей степени исследуются с позиций генетического почвоведения. Однако, важное значение в обоих случаях имеет пространственная организация твердой фазы почвенных агрегатов. Одним из центральных вопросов исследования структуры почвы является ее водоустойчивость, так как вода, являясь ее активным компонентом, способствует как формированию агрегатов, так и их разрушению. Данные о водоустойчивости почвенных агрегатов дают представление о противоэрозионной стойкости почвы, о способности обеспечивать растения питательными веществами, о поведении почвы в периоды ее избыточного увлажнения. В процессе сельскохозяйственного использования возможно быстрое изменение (деградация) структуры, как следствие ее водоустойчивости. Причем это характерно для почв любого генезиса, включая почвы черноземного ряда. Большинство работ, касающихся исследования деградации почвенной структуры, посвящены изучению изменения агрегатного состава почв и их водоустойчивости во взаимосвязи с трансформацией физических, химических и биологических свойств. Рабочей гипотезой данной работы является взаимосвязь микростроения почвенных агрегатов, отражающих вышеперечисленные свойства, с их водоустойчивостью.

Целью работы явилось изучение особенностей взаимосвязи микроморфологии, строения агрегатов и водоустойчивости агрегатов черноземов типичных Курской области. Объектами исследования стали почвы: 1. чернозем типичный пахотный Курского НИИ АПП; 2. чернозем типичный пахотный с применением системы нулевой обработки («No-till») Курского НИИ АПП; 3. чернозем типичный мощный без обработки под реликтовым дубовым лесом урочища Дуброшина ЦЧГЗ имени Алехина.

Были поставлены следующие задачи: 1. исследовать структуру почв; 2. изучить микроморфологию внешней и внутренней поверхности почвенных агрегатов; 3. определить водоустойчивость агрегатов разного размера. Морфологию агрегатов определяли по Захарову, распределение агрегатов по размерам – по Саввинову, их водоустойчивость – по Андрианову, микроморфология агрегатов была описана с использованием сканирующего электронного микроскопа JEOL JSM-6380LA.

Исследуемые почвы различались на профильном уровне и на уровне структуры отдельных горизонтов: в отличие от чернозема под лесом, который имеет типичную для почв данного ряда комковато-зернистую структуру верхних горизонтов, в пахотном черноземе и черноземе No-till – она порошистая и даже комковато-глыбистая. В исследуемом ряду наблюдалось изменение соотношения агрегатов разного размера: агрегаты чернозема под лесом распределены равномерно по горизонтам, а в обрабатываемых почвах преобладает глыбистая фракция (>10 мм). Обнаружены различия в пространственной организации твердофазных компонентов агрегатов, что нашло отражение в их водоустойчивости. Нижние горизонты всех исследованных почв неводоустойчивы, отличия обнаружены для верхних горизонтов: чернозем под лесом водоустойчив и сохраняет структуру продолжительное время, в то время как агрегаты обрабатываемых почв распадаются в воде за непродолжительное время. Поведение агрегатов в воде имеет свои особенности: одни набухают и затем распадаются в пыль, другие остаются неизменными, третьи распадаются на более мелкие фракции. Агрегаты верхних горизонтов различаются по микроструктуре, особенностям строения внешней поверхности, морфологии внутренней части и плотности упаковки.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 16-04-01851.

Работа рекомендована д.б.н., проф. А.Б. Умаровой, к.б.н. н.с. З.С. Ежелевым.

УДК 631.43

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МАЗУТОМ НА ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

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

В настоящее время проблема загрязнения нефтью и нефтепродуктами почвы и смежных сред приобрела общемировой характер и поистине колоссальные масштабы в связи со спецификой загрязнения и практически повсеместного использования данного поллютанта. Поэтому представленная тема не теряет актуальности.

Как правило, в экспериментах используют чистую нефть, однако, ввиду значительных отличий химического состава и ряда других особенностей, изучение влияния отдельных нефтепродуктов на свойства почв является важной составляющей подобных исследований.

Объектами исследования служили почвы разного гранулометрического состава: дерново-мелкоподзолистая легкосуглинистая на морене и торфяно-подзол-элювозем глеевый потечно-гумусовый супесчаный на двучлене. Был проведён лабораторный опыт с имитацией 5 % и 15 % загрязнения мазутом от массы почвы. Уровень и глубина загрязнения оценивалась по содержанию углерода, определённого методом Тюрина. Изучение гидрофизических свойств почв проводилось общепринятыми методами.

Главный результат проведенных исследований состоит в том, что мазут действительно оказывает негативное влияние на изменение гидрофизических свойств почв в зависимости от их гранулометрического состава и концентрации загрязнения.

Основная тенденция заключается в снижении величин почти всех гидрофизических показателей пропорционально возрастанию концентрации поллютанта. Наиболее контрастные изменения прослеживаются в почве лёгкого гранулометрического состава.

Исключением является максимальная гигроскопичность. В результате проведенного эксперимента получены данные, диаметрально противоположные литературным. Как правило, отмечается уменьшение содержания пленочной влаги при загрязнении почв нефтепродуктами. В данном эксперименте под влиянием загрязнения мазутом максимальная гигроскопичность закономерно возрастает, пропорционально увеличению концентрации поллютанта. Возможно, загрязнение мазутом способствует трансформации поверхности твердой фазы почвы, приводящей к изменению механизма ее взаимодействия с молекулами воды. Вероятно, в гигроскопической области влажности не образуется сплошной полимолеку-

лярной пленки, а в определенных позициях контакта с поверхностью наблюдается формирование так называемых «гроздьев» молекул воды, что в целом может сказаться на увеличении максимальной гигроскопичности.

Результатом загрязнения почв мазутом является закономерное снижение всех изученных гидрофизических показателей (наименьшая, капиллярная, полная влагоёмкости, влажность разрыва капиллярных связей, диапазон активной влаги) пропорционально росту концентрации поллютанта. Эти изменения также наиболее заметны в почве лёгкого гранулометрического состава.

При загрязнении почв мазутом происходит уменьшение порового пространства. При 15 % загрязнении в обеих почвах наблюдается резкое снижение общей порозности, что, возможно, связано с заполнением поллютантом трещин и пор. При 5 % загрязнении поровое пространство в легкосуглинистой почве по сравнению с контролем уменьшается незначительно, в то время как в супесчаной почве наблюдается снижение этого показателя в 2.5 раза.

Таким образом, загрязнение мазутом вызывает значительное ухудшение гидрофизических параметров, особенно в почве легкого гранулометрического состава, а также приводит к трансформации поверхности твердой фазы, нарушению структуры, изменению агрегатного состояния и характера порозности, уменьшению содержания продуктивной влаги и сопровождается резким повышением гидрофобности.

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

Секция IV

Законодательство в сфере охраны и защиты почв. Нормативные требования

УДК 574.24; 631.4; 614.7

ЭКО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ КАЧЕСТВА ПОЧВ

Н.С. Антропова

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, natalia.antropova94@gmail.com, lab.pochva@mail.ru

Санитарно-эпидемиологическую оценку качества почв проводят в соответствии с санитарными правилами и нормами по приоритетным показателям, в том числе химическим, бактериологическим, паразитологическим и вирусологическим.

В настоящее время широкое применение получили методы эко-токсикологической оценки состояния почв – биотестирование и биоиндикация, в основе которых лежит регистрация ответных реакций модельных тест-объектов. Актуальным является поиск чувствительных методов оценки качества почв, способных отразить их суммарное загрязнение.

В связи с этим, целью исследования явилось изучение почв г. Москвы с помощью эко-токсикологических показателей и выявление зависимостей с уровнями их химического загрязнения.

Химическое загрязнение почв оценивали по суммарному показателю загрязнения (Zc), в качестве тест-объекта использовали семена пшеницы *Triticum vulgare.* Критерием фитотоксического действия считали величину эффекта торможения роста корней, показывающего снижение средней длины корней не менее чем на 20 % относительно контроля. Биологическую активность почв изучали по основным представителям микробоценоза – сапротрофным бактериям, микроскопическим грибам и актиномицетам. Пробы считали токсичными, при угнетении КОЕ не менее чем на 50 % по отношению к контролю. При изучении фитотоксичности использовали почвенные вытяжки, а при изучении микробоценоза – почвенные суспензии.

Экспериментальные пробы почв отбирали с территорий г. Москвы в 2017 г. в рамках комплексного изучения городских почв. В качестве контроля использовали экологически чистую дерново-подзолистую почву (пос. Красная Пахра, МО).

Согласно полученным данным, при изучении фитотоксичности исследуемых образцов степень угнетения роста корней семян пшеницы находилась ниже порога воздействия (<20 %). Это свидетельствовало об отсутствии токсического действия на семена высших растений.

Кроме того, при изучении ответных реакций почвенного микробоценоза установлено, что изученные пробы почв обладали токсическим действием в отношении почвенных грибов, сапротрофных бактерий и актиномицетов (>50 %), при этом угнетение обнаружено в 50, 27 и 7 % проб от их общего количества, соответственно.

По результатам оценки Zc изученные образцы могут быть отнесены к «допустимой», «умеренно опасной», «опасной» и «чрезвычайно опасной» категориям в следующем соотношении: 12, 29, 53 и 6 %, соответственно. Наиболее чувствительным методом оценки качества почв оказался метод почвенной биоиндикации, т.к. уровень Zc соответствовал величине угнетения микроорганизмов в 88 % случаях.

Предварительные результаты показали, что биотестирование почвенной вытяжки менее чувствительно и не отражает суммарного химического загрязнения проб почв. Таким образом, при проведении комплексного изучения городских почв необходимо учитывать возможные пути воздействия на здоровье населения и сопредельные с почвой среды, что невозможно без совершенствования и актуализации методических подходов для оценки потенциальной опасности загрязнённой почвы.

Работа рекомендована М.А. Водяновой, к.б.н., зав. лаб. гигиены почвы ФГБУ «ЦСП» Минздрава России.

УДК 504.064.2

ОЦЕНКА И НОРМИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.С. Колетвинов
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
djonnybest@gmail.com

Оценка и нормирование состояния окружающей природной среды (ОПС) является важным и до конца не сформировавшимся разделом экологии. В нашей стране до сих пор нет законов, в которых были бы четко сформулированы правила выполнения таких работ. Для того чтобы попытаться решить эту проблему, предлагается рассмотреть методику оценки и нормирования ОПС (Оценка экологического состояния…, 1999).

Рассматриваемый метод, основывается на том, что окружающая природная среда должна соответствовать условиям нормального существования биологических систем, в особенности человека. Для оценки ОПС предлагается использовать 5 параметров: состояние естественных и антропогенных биоценозов, заболеваемость взрослого населения, за-

пыление территории, радиоактивное загрязнение и эродированность почв. Рассматриваемые характеристики природной среды подразделяются на пять уровней потери качества, соответствующие определенному баллу (от 0.1–1;1.1–2… до >4.1).

По каждому из ранжированных параметров составляются картосхемы состояния территории области по бальным градациям данного параметра. Затем, по полученным картосхемам составляется обобщенная карта территории, на которой совмещаются контуры с определенным набором информации по ранжированным параметрам. Далее, из ранжированных параметров выделяются доминирующие – параметры высшего класса опасности для конкретного ПТК и дополнительные – меньшие (равные) доминирующим по классу опасности и уровню потери качества экологического состояния ОПС.

Цель работы: провести актуализацию оценки состояния ОПС, сопоставить данные 90-х и 2014–2017 годов, сделать выводы об изменении экологической ситуации в области. Автором проведены оценка и нормирование состояния ОПС Тульской области на основе актуальных статистических данных. При помощи программы QGIS 2.18.3 построены пять картосхем по рассматриваемым параметрам оценки качества среды и интегральная (обобщенная) картосхема. Полученные данные были сопоставлены с данными за 1999 год.

Выводы. В результате сопоставления картосхем 2014–17 годов с картосхемами 1999 года, были сделаны следующие выводы о состояния ОПС Тульской области в настоящее время. Во-первых, было замечено снижение уровня радиационного загрязнения (что связано с распадом радионуклидов цезия-137 в течение времени). Во-вторых, отмечается рост заболеваемости взрослого населения. В ряде районов (Заокском, Щёкинском, Плавском, Чернском, Каменском, Воловском, Богородицком) выявлен очень высокий уровень первичной заболеваемости взрослого населения. Проведена экспертная оценка современного флористического районирования области. Наблюдается потеря качества ОПС для Засечного флористического района. По эродированности почв значимых изменений не наблюдается. Это может быть связано с тем, что в методике ко второму уровню потери качества относятся районы, в которых эродированность почвенного покрова составляет 25–50 %. В данной ситуации кажется обоснованным сделать уровни потери качества более дробными. Существенного изменения запыленности территории так же не выявлено. Определение пылевой нагрузки [тонн·год/км^2] носит приближенный характер. Проведенное исследование позволяет оценить динамику изменения качества ОПС.

Литература

Оценка экологического состояния почвенно-земельных ресурсов региона в зонах влияния промышленных предприятий (на примере Тульской области), 1999. / Ред. Г.В. Добровольский, С.А. Шоба. М.: Изд-во Московского университета. 252 с.

Работа рекомендована д.б.н., проф. А.С. Яковлевым.

УДК 504.06

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ РИСКИ УХУДШЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННО-ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

О.В. Кукушкина

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
matrix2087@yandex.ru

Нижегородская область – один из наиболее развитых в экономическом отношении субъектов РФ. Лидирующими отраслями экономики региона являются машиностроение, черная и цветная металлургия, химическая и нефтехимическая, целлюлозно-бумажная и легкая промышленность.

В структуре промышленности области 45 % занимает машиностроение, представленное авто-, судо- и самолетостроением. Самым крупным центром этой отрасли является Нижний Новгород, 67 % всего объема производства которого приходится на выпуск различных транспортных средств, их комплектующих частей и оборудования. 11 % приходится на металлургию, представленную в регионе такими крупными предприятиями как «Горьковский металлургический завод», «Русполимет», «Выксунский металлургический завод». В области хорошо развита химическая, лесохимическая и нефтехимическая промышленность (чуть больше 8 %), центрами которой являются Нижний Новгород, Дзержинск, Кстово. Целлюлозно-бумажная промышленность составляет 6 % от общего объема производства в регионе и сосредоточена в Балахне и Нижнем Новгороде.

Для изучения потенциальных рисков ухудшения экологического состояния была собрана информация о важнейших предприятиях Нижегородской области, основными критериями выделения которых были количество трудящихся и объемы производства. Предприятия охарактеризованы по нескольким параметрам. К ним относятся отрасль промышленности, к которой принадлежит производство, величина пред-

приятия (составляет от 1 до 4 условных баллов), виды воздействия каждого предприятия на различные компоненты экосистемы (атмосферу, гидросферу, почвы).

Полученная информация была перенесена на цифровую карту административного деления (М 1:1 000 000) и проанализирована в ГИС MapInfo. Суммарное воздействие всех предприятий района характеризует риски ухудшения состояния территории. На построенной карте негативных воздействий промышленных предприятий суммарная оценка для каждой административной единицы области варьирует от 0 до 463 баллов. Минимальные значения рассматриваемого параметра (от 0 до 10) имеют районы, в которых промышленность развита относительно слабо, она представлена мелкими либо единичными крупными предприятиями. Это, прежде всего, юг и юго-восток области, часть территорий на западе – Сосновский и Богородские районы и отдельные районы в центре – Дальнеконстантиновский, Большемурашкинский, Кстовский и Борский. К территории, где влияние промышленности на окружающую среду незначительно или отсутствует, относится 35 административных единиц Нижегородской области из 60. Максимальное влияние промышленности характерно для двух наиболее экономически развитых городов региона – Нижнего Новгорода и Дзержинска. Деятельность крупнейший предприятий существенно влияет на качество атмосферного воздуха, природных вод и почвенных ресурсов. Немного меньший показатель воздействия получен для крупных городов – Павлово, Кулебаки, Выкса, Арзамас, Богородск, Кстово, Бор, Балахна и ряда районов области. Крупнейшие заводы, располагающиеся здесь, оказывают на атмосферу, гидросферу и почвы существенное влияние, распространяющееся на несколько десятков (в некоторых случаях сотен) километров.

Таким образом, самыми неблагополучными с экологической точки зрения являются города Нижний Новгород и Дзержинск. Чуть менее загрязнены и другие территории, на которых располагаются крупнейшие заводы региона. Во многих районах области почвенный покров подвержен чрезмерному разрушению, химической деградации из-за неочищенных выбросов предприятий, отчуждению земель под хранилища отходов и несанкционированные свалки, а также физической деградации.

Работа рекомендована д.б.н., в.н.с. кафедры географии почв факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова И.О. Алябиной.

УДК 332.37

МУНИЦИПАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ В СФЕРЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ПОЧВ (НА ПРИМЕРЕ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ)

А.А. Мельникова
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
hrustalka97@mail.ru

Муниципальное управление в сфере землепользования и охраны почв определяется как деятельность органов местного самоуправления по реализации своих полномочий в сфере эффективности пользования земельными ресурсами.

На территории Российской Федерации насчитывается 22923 муниципальных образования (на 1 января 2015 г.). Для рационального управления земельными ресурсами необходимы соответствующие специалисты, ответственные за исполнение мероприятий, способствующих приближению эффективного плодородия к потенциальному. Согласно Земельному кодексу РФ, полномочия органов местного самоуправления включают в себя содержательный перечень, пункты которого на практике выполняются не в полном объеме, а управленческие решения нередко бывают не обоснованными или недостаточно эффективными.

Очевидно, что определение эффективности деятельности органов управления должно проводиться по системе сопоставления бонитета территории и урожайности или валовой продукции с расчетом на единицу площади.

Так, при выполнении работы была предпринята попытка оценить эффективность использования земель муниципальных образований Тульской области: был проведен корреляционный анализ по методике, предложенной Р.В. Ждановой [1], и получена множественная зависимость стоимости валовой продукции сельского хозяйства от величины кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения и балла бонитета. Из базы данных показателей муниципальных образований взяты данные указанных выше показателей по Тульской области.

В результате исследования оказалось, что далеко не всегда качество почв по баллу бонитета и кадастровая стоимость земли соотносится с получаемой продукцией. На основании проведенного анализа, причину этого можно обозначить как неэффективное управление в области землепользования местных органов самоуправления.

При этом муниципальные власти зачастую не участвуют в обработке земель, находящихся в их собственности, а сдают эти земли в

аренду. В этом случае для эффективного использования земель необходимо проводить муниципальный земельный контроль.

Для того чтобы изменить положение сельского хозяйства Тульской области, необходимо повышение квалификации кадров, задействованных в данной сфере управления. От специалистов требуется осуществление мероприятий по повышению муниципального контроля за использованием и охраной земель, пересмотр правил и планирования пользования природными ресурсами, что непременно повлечет за собой увеличение валовой продукции, т.е. реализацию почвенного потенциала.

Литература

Жданова Р.А. Эффективность управления сельскохозяйственным землепользованием муниципальных образований на основе кадастровой информации. Дисс. канд. эконом. наук. М.: ГУЗ. 2010. 162 с.

Работа рекомендована д.б.н., проф., зав. каф. «Земельных ресурсов и оценки почв» МГУ им. М.В. Ломоносова А.С. Яковлевым.

УДК 631.4, УДК 001.92

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ПОПУЛЯРИЗАЦИИ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

Т.К. Мусаев
Санкт-Петербургский государственный университет,
musaev.timur.spb@gmail.com

Введение. В 2015 году Генеральная Ассамблея ООН постановила объявить 5 декабря Всемирным днем почв. Основной целью проведения Международного года почв, являлось повышение осведомленности общественности о роли почв для продовольственной безопасности и важнейших экосистемных функций [1]. Вслед за этим, 5 января 2016 года президент В.В. Путин подписал указ объявить 2017 год в России годом экологии. Формирование общественного мнения о непреходящей ценности почв в жизни людей во многом зависит от применяемых средств, форм, методов и каналов популяризации.

Цель работы: ознакомиться с методами и формами популяризации почвоведения за рубежом.

Использована поисковая система «Google», так как согласно данным исследовательской компании «NetMarketShare» – это самая востребованная платформа в мировом интернет-пространстве [2].

Поиск информации в интернете мы провели в трех направлениях: музеи почвоведения, различные образовательные проекты по почвоведению для обучения в школах и государственная политика по охране почв.

Почвенные музеи. Нам удалось найти информацию о четырех крупных почвенных музеях. Международную известность получил музей почв в Голландии, став всемирным центром данных ЮНЕСКО. В нем собрано более тысячи почвенных профилей из более чем 70 стран, из которых около восьмидесяти экспонируются постоянно. В составе почвенных монолитов есть историческая коллекция почв из России, некогда собранная академиком Г.Д. Глинкой. Музей оснащен большим сенсорным экраном в центре зала, который открывает доступ к виртуальной почвенной карте и другой полезной информации об особенностях почвы [3].

Удивления заслуживает Эмиратский музей почвоведения в Дубае, так как это уникальное и единственное место в арабском регионе, в котором собрано большое разнообразие почвенных монолитов. Музей использует современные технологии; так, например, посетителям доступен виртуальный симулятор, показывающий как образуются пыльные бури [4]. А вот Краковский музей почв в Польше гордится красивым оформлением экспозиции почвенных профилей. Каждый монолит имеет краткое описание почвы и фотографию типичного ландшафта. В зале показаны различные типы почв: от полярной зоны до Средиземноморья [5].

Керальский почвенный музей в Индии представляет собой научную базу данных о почвенных ресурсах штата Керала. Музей имеет коллекцию из 82 почвенных монолитов, а также выставки горных пород и минералов, характерных для данного региона [6]. Очень интересно устроен музей почвоведения Таиланда. Он разделен на 20 отдельных секций, в которых обычные посетители, студенты и школьники могут познакомиться с историей музея, увидеть красочное разнообразие почвенных монолитов различных регионов страны, уяснив для себя какую роль играет этот важный ресурс в жизни людей [7].

Почвоведение для школьников. Нам удалось найти четыре крупных проектов с разных континентов. Общество почвоведов Америки создало интерактивный сайт «Soil 4 Kids», который служит образовательной интернет-платформой для изучения почвоведения среди школьников начальных и средних классов. Здесь любой желающий может поучаствовать в онлайн играх, викторинах и даже в экспериментах, связанных с почвой. Дополнительный ресурс «Soil 4 Teacher» – это контент для преподавателей, который включает в себя учебно-методические комплексы для учащихся в школах и другую полезную информацию [8].

Интересный сайт «Soil 4 Youth» разработан Канадскими специалистами. Здесь можно познакомиться с основами почвоведения, узнать какую роль выполняет почва в нашем мире и чем вообще занимаются

специалисты данной области. В разделе «ресурсы» представлен комплекс полезных материалов для учителей, включая план уроков для учащихся [9]. Впечатляющий проект «Soil-Net.com» создан при поддержке Университета Крэнфилда (Англия) и Британского общества почвоведов. Это образовательная интернет-платформа, в которой учащиеся могут погрузиться в увлекательную игру, где популярным языком рассказывается об удивительном царстве природы – почве. Для учителей и родителей представлен отдельный блок, насыщенный интересными материалами для занятия как в школе, так и дома [10].

В 2015 году Обществом почвоведов Австралии была изложена программа «Soils in Schools», приуроченная к международному году почв. Они разработали образовательные материалы по изучению почв для школьников начальных и средних классов. По их мнению, сегодня просто необходимо проводить экологическое воспитание школьников и поощрять более широкий интерес к почвоведению [11].

Государственная политика по охране почв. По результатам поиска, удалось найти информацию о государственных программах по охране почв Канады, США, Австралии и Стран Евросоюза.

Самая масштабная политика проводится в странах Европейского союза. Так «7-я Программа действий по охране окружающей среды», одобренная по решению Европарламента и Совета ЕС от 20 ноября 2013 года, обязывает все страны Евросоюза осуществить ее реализацию к 2020 году. Огромный интерес вызывают положения, касающиеся почвенных ресурсов. К настоящему времени среди стран ЕС достигнут значительный прогресс в обеспечении охраны почв, в том числе в отношении идентификации загрязненных участков, разработки систем мониторинга и повышения уровня осведомленности населения. Комиссия представила предложение относительно директивы, устанавливающей строгие рамки в отношении здоровья почв [12].

Особое внимание вызывает закон о сохранении почв «SOIL CONSERVATION ACT», который имеет государственный статус в провинции Альберта (Канада). Он обязывает землевладельцев нести полную ответственность за сохранность и здоровье своих почв. Закон делегирует полномочия местным муниципалитетам, которые должны регулировать его исполнение, дает пояснение о правах и обязанностях самих землевладельцев, а также описывает по каким основным нарушениям предусматриваются санкции [13].

Другой пример есть в штате Индиана (США), где государственный совет по сохранению почв занимается вопросами защиты не только почв, но и водных ресурсов. Основная же цель – это помощь фермерам Индианы рационально осуществлять хозяйственную деятельность, пре-

доставляя им всю техническую, информационную и финансовую помощь [14].

Почвенная политика штата Виктории (Австралия) реализуется в рамках программ «Growing Victoria Together» и «Our Environment: Our Future», где основное внимание уделяется контролю загрязнения почв. Они применяют целый комплекс мероприятий, направленных на активные меры по борьбе с эрозией [15].

Анализ проведенного исследования показывает, что в зарубежных странах осознают важность популяризации почвоведения среди населения. Иностранные почвенные организации активно применяют широкий спектр различных методов, средств и каналов популяризации. Многие страны прибегают даже к созданию целенаправленной государственной политики по защите почв. Зарубежный опыт показывает, что проблема осведомленности населения остается еще нерешенной, а популяризация знаний о почве является необходимым инструментом для формирования общественного мнения.

Источники

1. *Евразийский центр* по продовольственной безопасности URL: http://ecfs.msu.ru/ru (дата обращения: 09.12.2017).

2. *Статистика поисковой системы* // Market Share Statistics for Internet Technologies URL: https://www.smartinsights.com/search-engine-marketing/search-engine-statistics/ (дата обращения: 10.12.2017).

3. *World Soil Museum* // Tinker URL: https://www.tinker.nl/en/work/world-soil-museum (дата обращения: 26.12.2017).

4. *Эмиратский музей почвоведения* // The Emirates Soil Museum URL: http://www.emiratessoilmuseum.org/ (дата обращения: 30.12.2017).

5. *Краковский музей почвоведения* // Centrum Edukacji Gleboznawczej i Muzeum Gleb URL: http://www.les.ur.krakow.pl/kgl/ceg/ (дата обращения: 12.12.2017).

6. *Керальский музей почвоведения* // State Soil Museum URL: http://www.keralasoils.gov.in/index.php/institutions-under-the-dept/state-soil-museum (дата обращения: 22.12.2017).

7. *Музей почвоведения Таиланда* // Soil Museum of Thailand URL: http://www.ldd.go.th/museum/index.html (дата обращения: 24.12.2017).

8. *Gig Dipper* URL: http://www.soils4kids.org (дата обращения: 22.12.2017).

9. *Soil for Youth* URL: http://soil4youth.soilweb.ca (дата обращения: 22.12.2017).

10. *Welcome to soil-net.com* URL: http://www.soil-net.com (дата обращения: 12.12.2017).

11. *Soils in Schools* // Soil Science Australia URL: https://www.soilsinschools.com.au (дата обращения: 12.12.2017).

12. *General Union Environment* Action Programme to 2020 «Living well, within the limits of our planet» // Access to European Union law URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32013D1386 (дата обращения: 19.12.2017).

13. *Soil Conservation Act* // Alberta URL: http://www.qp.alberta.ca/570.cfm?frm_isbn=9780779753468&search_by=link (дата обращения: 18.12.2017).

14. *State Soil Conservation Board* // Indiana State Department of Agriculture URL: http://www.in.gov/isda/2361.htm (дата обращения: 13.12.2017).

15. *Soil policy* (Victoria, Australia) // Wikipedia URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Soil_policy_(Victoria,_Australia) (дата обращения: 23.12.2017).

Работа рекомендована профессором, д.с.-х.н. Апариным Б.Ф.

УДК 332.144

МЕТОДИКИ РАЦИОНАЛЬНОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ СРЕДНЕЙ ПЛОСЫ РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ)

С.С. Огородников
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
sir.ogorod@yandex.ru

Литература, посвященная вопросам территориального планирования, в настоящее время в большинстве своем устарела. Руководства и справочники по планированию и зонированию были опубликованы в конце XX века. [2, 3] В настоящее время вопросы землепользования конкретных территорий рассматриваются как составляющая документов по устойчивому планированию и развитию.

Институтом региональных исследований и городского планирования Высшей школы экономики подготовлена серия аналитических и планировочных карт территории Тульской области. Часть картографического материала была включена в Проект стратегии социально-экономического развития Тульской области до 2030 года.

Авторы предлагают создать территорию Тульской агломерации, в которую войдут Тула и ряд соседних районов. Однако оценка уровня антропогенной нагрузки по методике Б.И. Кочурова [1] показывает, что в данных районах в настоящее время наблюдается высокая экологическая напряженность. По замыслу авторов, агломерации должны стать центральными точками притяжения еще большего количества людей. Это может привести к экологической катастрофе. Между тем из-за того, что основные инвестиции будут направляться на развитие кластеров, сельское население окажется в бедственном положении. В 2030 году в сельское хозяйство планируется инвестировать 2 % от общей суммы инвестиций, а в настоящее время инвестируют 5 %, но даже этого недостаточно. Продолжится отток населения и на территориях, которые выделены авторами как «экологический каркас» и «зона сельскохозяйственного развития» почти не будут проживать люди. Между тем именно эти территории характеризуются более низкими коэффициентами антропогенной нагрузки.

Программа развития области не совпадает с генеральными планами развития муниципальных районов. Например, в Генеральном плане развития Куркинского района Тульской области отмечается сокращение численности жителей сельских населенных пунктов и предлагается ряд мер по удержанию численности населения на современном уровне. По данным переписи населения 2010 года в Тульской области 3436 сельских населенных пунктов, из которых 487 без населения. А в 1041 живет менее 10 человек. Прогнозируется, что к 2030 году 84 % населения переселится в Тульскую агломерацию.

Альтернативную стратегию территориального развития региона демонстрирует Белгородская область. В ней последовательно в течение многих лет реализуется политика деурбанизации: отказ от многоэтажного строительства в пользу индивидуального. Действует программа поддержки сельских предпринимателей «Семейные фермы Белогорья», в которой приняли участие более 5 тыс. семейных предприятий.

Цели программ регионального развития должны совпадать с целями развития муниципальных образования. При составлении планов землепользования следует учитывать не только экономическую эффективность, но и антропогенную нагрузку. Комплексное территориальное планирование может обеспечить устойчивое развитие региона в будущем.

Литература

1. *Кочуров Б.И.* 1999. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории: учеб. пособие / Смоленск: СГУ. 154 с.

2. *Районная планировка*, 1986. / В.В. Владимиров и др. М.: Стройиздат. 325 с.

3. *Руководство по комплексной оценке* и функциональному зонированию территорий в районной планировке. М.: Стройиздат. 1982. 104 с.

Работа рекомендована д.б.н., проф. А.С. Яковлевым.

УДК 631.4

ОХРАНА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В г. ПЕРМЬ

Е.С. Пономарёва
Пермский государственный национальный исследовательский университет, kafbop@psu.ru

В соответствии с «Земельным кодексом РФ» и Федеральным законом от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» охрана земель представляет собой деятельность государственной власти, направленной на сохранение земель как одного из важнейших компонентов окружающей среды.

Почва – основа как природной, так и измененной городской экологической системы, в которой происходит взаимодействие всех компонентов окружающей среды. В городской среде экологические функции почв имеют не малое значение, т.к. они обеспечивают устойчивость зеленых насаждений, трансформируют потоки техногенных веществ, обеззараживают болезнетворную биоту, сорбирует в толще загрязняющие вещества и т.д.

В настоящее время в Пермском крае принят закон «Об охране окружающей среды пермского края» от 03 сентября 2009 года № 483-ПК, с общими положениями о защите окружающей среды. А также существует постановление «О Красной книге почв Пермского края» от 7 декабря 2007 года № 312-п.

Тем не менее в городе Пермь в настоящий момент, как и в большинстве городов России отсутствует закон об охране почв. В существующих различных нормативных актах охрана земель оговаривается в общих чертах, не прописано само понятие «почва». В ежегодном докладе «О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края» в разделе качество почвы как правило присутствует информация о содержании тяжелых металлов на территории Пермского края. В ежегодных сборниках о состоянии и охране окружающей среды города Перми информация о почвах как правило отсутствует. Отсутствует система мониторинга за экологическим состоянием почв. Таким образом почвы города практически не охраняются законом.

Первоочередной задачей в этих условиях, для сохранения почвенного покрова города, является создание проекта закона о городских почвах и последующая его доработка.

В настоящее время в России приняты Закон города Москвы от 4 июля 2007 года № 31«О городских почвах» (с изменениями на 29 апреля 2015 года), а также «Модельный закон об охране почв» (принятый в г. Санкт-Петербурге 31.10.2007 Постановлением 29-16 на 29-ом пленарном заседании Межпарламентской Ассамблеи государств-участников СНГ). Данные законы и их структуру мы берем за основу разрабатываемого нами проекта. На основе анализа принятых законов об охране почв мы предлагаем включить в проект закона об охране почв города Перми следующие главы с основными положениями: *Общие положения* (в ней описываются основные понятия, принципы, права граждан и общественных объединений в области охраны и рационального использования городских почв); *Охрана городских почв* (описываются меры по обеспечению охраны и восстановлению городских почв); *Требования к использованию городских почв*; *Управление в области охраны и рационального использования городских почв* (описываются мониторинг, показатели качества и показатели допустимого воздействия на городские почвы, реестр городских почв); *Экономическое регулирование охраны и рационального использования городских почв* (раздел описывает механизм возмещения вреда, меры экономического регулирования охраны, рационального использования городских почв); *Государственный надзор и административная ответственность за нарушения в области охраны и рационального использования городских почв*; *Заключительные положения*.

Таким образом, проект охватывает все области охраны почвенного покрова города и создает основу для комплексного мониторинга почв города.

Литература

1. *Закон города Москвы* от 4 июля 2007 года № 31 (ред. от 29.04.2015) «О городских почвах» [электронный ресурс] Режим доступа: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=MLAW;n=162203#0

2. «Модельный закон об охране почв» (принятый в г. Санкт-Петербурге 31.10.2007 Постановлением 29-16 на 29-ом пленарном заседании Межпарламентской Ассамблеи государств-участников СНГ) [электронный ресурс] Режим доступа: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=INT;n=42329#0

Работа рекомендована: к.б.н., доцентом И.Е. Шестаковым.

УДК 631.4

НОРМАТИВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА ПОЧВ САМОТЛОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.В. Солдатова
Нижневартовский государственный университет,
alena-soldatova0@rambler.ru

Земля занимает особое место и имеет уникальные свойства. В регионах с интенсивной добычей нефти и газа, одним из которых является Нижневартовский район актуально использование лесных земель, как средства производства, поэтому необходимость сохранения земельно-ресурсного потенциала и организации рационального землепользования, а также разработка проектной документации по рекультивации нарушенных земель в соответствие с нормативными документами является актуальным. Региональный норматив качества почв, определяющий допустимое остаточное содержание нефтепродуктов регламентируется Постановлением Правительства ХМАО-Югры № 466 от 10.12.2004.

В качестве исследуемого землепользования нами выбрана территория Самотлорского месторождения в границах Среднеобской низменности, общей площадью 2463.2 кв. км (табл.).

Таблица. Структура земельного фонда Самотлорского месторождения, процентное соотношение от общей площади исследуемой территории

Категория земель	% от общей площади исследуемой территории
Земли лесного фонда	80
– Лесные культуры (преимущественно елово-кедровые леса)	25
– Нелесные земли (болотные угодья)	55
Земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения	15
Земли запаса	5

Самотлорское нефтяное месторождение располагается в 15 км на северо-восток от г. Нижневартовска. Географически район месторождения приурочен к долине р. Оби. Территория месторождения сильно за-

болочена. Болотные угодья, представлены верховыми болотами, на них развита растительность на грядах в древесном ярусе сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* f. *litwinowii*) (Лисс, Абрамова и др., 2001), из кустарничков доминирует багульник болотный (*Ledum palustre* L.), в слабо затененных местах растут голубика (*Vaccinium uliginosum* L.), черника (*Vaccinium myrtillus* L.). В мочажинах растительность представлена шейхцерией болотной (*Scheuchzeria palustris* L.), осоковыми (*Cyperaceae*), очеретник белый (*Rhynchospora alba* L.) образует единичные вкрапления. В моховом покрове доминирует *Sphagnum majus*; по краям мочажин у основания гряд растет *Sphagnum balticum*, здесь же отмечена пушица. Слабо дренированные поверхности на склоновой поверхности Аганского увала заняты кедрово-еловой зеленомошной растительной ассоциацией на почвах криометаморфического отдела.

Изучаемые почвы на Самотлорском месторождении вдоль дорог и на промышленных площадках были представлены литостратами, также исследовались криометаморфические почвы и торфяные олиготрофные. Содержание в них нефтепродуктов не превышали ПДК, так полученные данные варьировались от 0.258 г/кг до 3.593 г/кг, а ПДК по ХМАО-Югре для органогенных составляло 60 г/кг, а для органоминеральных 15 г/кг в верхних горизонтах.

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

УДК 631.4(504.53)

ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ РОССИИ – СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ

В.С. Столбовой
Заведующий отделом Единого государственного реестра почвенных ресурсов, ФГБНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва
vladimir.stolbovboy@gmail.com

Активизация публичных обсуждений, развитие природоохранного и земельного законодательств и др. свидетельствуют об усилении социально-экономической востребованности знаний почвенных ресурсов. Это связано с решением задач продовольственной и экологической безопасности внутри России, а также обострением проблем планетарного регулирования изменений окружающей природной среды и обеспечения продовольствием растущее население Мира. Приведена структура и описание новой *цифровой базы данных показателей качества почв* (*БДПКП*) России. *БДПКП* детализирует Единый государственный реестр почвенных ресурсов России на сельскохозяйственную территорию страны на основе включения данных крупномасштабных почвенных

обследований, выполненных организациями Госкомзема. Анализ *БДПКП* показывает, что резервы почвенных ресурсов для сельскохозяйственного использования в России практически исчерпаны. Вместе с тем, почвенные ресурсы страны обладают огромными возможностями устойчивой интенсификации сельскохозяйственного производства, что в перспективе увеличения дефицита продовольствия в Мире, связанного с ростом народонаселения, будет способствовать усилению глобальной роли России, как производителя сельскохозяйственной продукции.

Таблица 1. Вклад России в глобальный цикл углерода.

	Россия	Доля в Мире, %
Почвенные ресурсы		
Площадь	1587 млн га	12
Запасы углерода		
0–30 см	167.3 ГтС	23
Гетеротрофная респирация		
	3.2 ГтС	8
Речной и грунтовый стоки		
	79 млн тС	20

Холодное гумидное почвообразование способствует повсеместному накоплению слаборазложившегося оторфованного растительного опада. Поэтому запасы углерода в поверхностном слое почти в два раза превышают средне мировые. В тоже время, холодный климат ингибирует биологическую активность, которая в 1.5 раза ниже средне мировой. Гумидный климат инициирует миграцию растворенного органического вещества и фрагментированных растительных остатков. Сток растворенного и парцилярного органического вещества более чем в полтора раза превышает среде мировой.

Россия обладает значительными климаторегулирующими почвенными ресурсами. В современных условиях повышения температуры и осадков на территории страны приводят к ежегодному накоплению около 76±32 МтС в почвах. Это эквивалентно поглощению из атмосферы почти 280 Мт CO_2 в год. Консервация пахотных земель, начатая в 90-х годов прошлого века, привела к 27-летнему накоплению в почвах около 1.2 ГтС. Это количество эквивалентно поглощению из атмосферы около 4.4 Гт CO_2, что составляет 20–24 % глобального накопления углерода в почвах. Накопленный в России опыт управления гумусовым состоянием почв должен быть востребован для решения вызовов, связанных с изменением климата, например, через активное участи в международной инициативе «4 промилле».

УДК 631.4

ИТОГИ РАБОТ ПО ВЫЯВЛЕНИЮ ЦЕННЫХ ПОЧВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ ПЕРМСКОГО КРАЯ

И.Е. Шестаков, Д.Н. Андреев
Пермский государственный национальный исследовательский университет, galendil@yandex.ru

Работа по созданию Красной книги почв Пермского края была инициирована в 2006 году сотрудниками Пермского госуниверситета и Управления по охране окружающей среды Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края. Полевые работы по обследованию почвенного покрова края с целью выявления ареалов редких, исчезающих и эталонных почв и подготовки обоснований для включения их в Красную книгу и кадастр ценных почвенных объектов (ЦПО) велись в период с 2007 по 2017 год.

За это время были обследованы 42 административных района края, выявлено 94 ЦПО, среди них 50 объектов (53 %) расположено в границах особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Таким образом, половина ЦПО уже имеют охранный статус. Объекты, не входящие в ООПТ, в основном, расположены в юго-восточной части Пермского края и предназначены для охраны черноземов глинисто-иллювиальных, серых и темно-серых почв. Общая площадь выявленных ЦПО составляет 58 790 га. В первую очередь шел поиск редких и исчезающих почв, для которых сохраняется угроза исчезновения.

Среди почв, претендентов на включение в Красную книгу почв РФ, указанных в первом ее издании, на территории края выделены: в лесостепной провинции *темно-серые лесные* почвы и *черноземы глинисто-иллювиальные*; в лесной зоне эталонные *подзолистые*, *дерново-подзолистые*, *слабоподзолистые глееватые*, *дерново-глеевые* почвы**,** *подзолы* песчаные и редкие и ограниченного распространения *дерново-карбонатные* почвы**,** *подбуры, бурые лесные* почвы, *буроземы*, *подзолистые и дерново-подзолистые* почвы на пермских глинах.

Подзолы и *подзолистые почвы* в Пермском крае распространены в Камско-Верхневычегодской почвенной провинции, где занимают положение основных и дополнительных (региональных) эталонов. Аналогичное положение занимают *дерново-подзолистые почвы* в Вятско-Камской почвенной провинции. В Прикамской лесостепной провинции эталонами являются *серые лесные почвы* и *чернозёмы оподзоленные*, которые подвержены угрозе исчезновения в связи с высокой степнью распашки (как на территории края, так и в РФ в целом). *Подбуры и бу-*

роземы распространены в Уральском горном почвенном округе. *Дерново-карбонатные*, *коричнево-бурые*, *подзолистые* и *дерново-подзолистые* на пермских глинах в Пермском крае относят к категории редких и исчезающих. Небольшие ареалы этих почв сохранились в местах выхода коренных пород, образующийся при выветривании известняков, мергелей, красноцветных глин, конгломератов и гипсов и встречаются повсеместно на территории края [1, 2].

По результатам проведенных работ составлен перечень почв, рекомендуемых к занесению в красную книгу, почвенные объекты сгруппированы по типам почв и категориям редкости; подготовлены предложения по структуре и формированию разделов Красной книги почв Пермского края; для каждого выявленного ЦПО составлен экологический паспорт, выполнены физико-химические и агрохимические анализы для характеристики генетических горизонтов; разработаны предложения о мерах охраны ЦПО; созданы картосхемы, отражающие информацию о местоположении ЦПО на территории Пермского края, подобран иллюстративный материал.

Литература

1. *Еремченко О.З., Скрябина О.А.* Почвы – претенденты на включение в Красную книгу почв Пермского края // Проблемы Красных книг регионов России. Перм. ун-т. – Пермь, 2006.

2. *Еремченко О.З., Филькин Т.Г., Шестаков И.Е.* Редкие и исчезающие почвы Пермского края // Пермь, 2010. – 91 с.

УДК 631.4

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ И РАСТЕНИЯХ НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Ю.О. Шилова

Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, shilova@pitergran.ru

Проблема управления твёрдыми бытовыми отходами (ТБО) в последние десятилетия является глобальной экологической проблемой. Ежегодно на планете образуются миллионы тонн ТБО, во вторичный оборот включается не более 4 % [1]. Площадь, занятая полигонами на территории РФ, в настоящее время превышает 40 тыс. га и ежегодно увеличивается на 2.5–4 % [2]. Загрязнение тяжелыми металлами (ТМ) – один из основных факторов воздействия объектов захоронения ТБО на окружающую среду.

Цель исследования – оценка содержания ТМ и мышьяка в почве и растениях на территории полигона ТБО.

Объектом исследования являлся полигон, расположенный во Волосовском районе Ленинградской области, в пяти км на юго-восток от южной границы города Волосово. Площадь полигона составляет 5.8 га, в том числе площадь 2-х карт захоронения – 3.5 га. Объект расположен в лесном массиве, рельеф участка – пологая равнина. Участок и окружающий лес заболочены. Вблизи полигона водных объектов нет.

С июня по сентябрь 2016 г. на территории полигона нами было заложено 5 почвенных прикопок, глубиной до 0.5 м (расстояние от карт складирования ТБО – от 2 до 18 м). Для анализа содержания и распределения по профилю ТМ в почве и дальнейшей миграции в растения с каждого почвенного горизонта (Ад (0–7); А1 (7–20); Bg (20–50)) были отобраны пробы, общее количество проб – 15. Растения отбирали по 1–2 вида в непосредственной близости от почвенных прикопок – 9 растительных проб (*taráxacum*, *cárex*, *phléum*, *gramíneae*). Растительные пробы были отобраны также из фильтрационной канавы. В почвенных и растительных пробах содержание ТМ (Cd, Hg, Pb, Zn, Cu, Co, Mn, Cr, Sb, Ni) и As определяли рентгенофлуорисцентным методом на рентгеновском кристалл-дифракционном спектрометре Спектроскан Макс-G.

Результаты исследования показали, что содержание As в почве на всей территории полигона на уровне и выше ПДК (2 мг/кг), ПДК превышена в 60 % проб. Содержание Ni в 47 % почвенных проб превысило ОДК (20 мг/кг) на 2–14 мг/кг. Во всех точках опробывания наблюдали увеличение содержания Mn и Cr с глубиной.

В растительных пробах превышение содержания Cr обнаружено в 66 % проб (нормальное содержание 0–0.5 мг/кг). Содержание остальных тестируемых химических элементов в растительных пробах не превышало нормальных уровней концентраций.

Основным фактором опасности воздействия полигонов ТБО на окружающую природную среду является распространение водоносного техногенного горизонта (фильтрата), образующегося при взаимодействии ТБО с инфильтрующимися атмосферными осадками. Мониторинг экологического состояния почвенного покрова и грунтовых вод – необходимое условие эксплуатации объектов размещения отходов.

Литература

1. *Витковская С.Е.* Твердые бытовые отходы: антропогенное звено биологического круговорота. СПб: АФИ, 2012. 132 с.

2. *Харитонова Н.В., Корнилаев Е.М.* Оценка воздействия полигонов захоронения ТБО на подземные воды – http://www.ecoekspert.ru.

3. *СП 2.1.7* «Почва, очистка населенных мест, отходы производства и потребления, санитарная охрана почвы». Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. Методические указания 2.1.7.730-99. М, Минздрав России, 1999.

Работа рекомендована доктором биол. наук, профессором каф. природопользования и устойчивого развития полярных областей РГГМУ, С.Е. Витковской.

УДК 338.42

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ АГРОХОЗЯЙСТВА ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ ТУЛЬСКОГО НИИСХ)

Л.С. Щербакова
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
milyliy@yandex.ru

Разрушение и деградация почв и земель приводят к деградации всего ландшафта и как следствие к снижению качества жизни человека. Интенсивность сельскохозяйственной деятельности нередко является причиной деградационнных процессов: агроистощения, водной и ветровой эрозии, переуплотнения и др.

Целью проведенных исследований явилась эколого-экономическую оценка деградации земель опытных полей Тульского НИИСХ. Исследования проводились в период с 2015 г. по 2017 г.

Тульский НИИСХ расположен на юго-западе Тульской области, в Плавском районе, деревня Молочные дворы. Район относится к лесостепной зоне. В 1986 году сильно пострадал от радиоактивного заражения в связи с Чернобыльской катастрофой.

Пробоотбор почв осуществлялся методом равномерной случайно-упорядоченной (500×500 м) сетки с квадратной площадки (1×1 м). Все пробы отбирались буром и являются смешенными (методом конверта) с глубины 0–20 см. Площадь обследования составляет 7 га. Так же были заложены и описаны 2 почвенных разреза: чернозема выщелоченного среднемощного слабосмытого среднесуглинистого на лессовидных суглинках и чернозёма выщелоченного среднемощного среднесмытого среднесуглинистого на лессовидных суглинках.

Пробы были проанализированы на содержания подвижных форм P и K, органического углерода, pH, валовое содержание тяжелых металлов (Cd, Zn, Pb, Cu), измерена плотность почв. Проведен мониторинг уменьшения содержания радиоактивного Cs-137.

В ходе работ была проведена эколого-экономическая оценка земель опытных полей ФГБНУ «Тульского НИИСХ» с применением различных методологических подходов. Проведенная работа выявила наличие и степени деградации по следующим параметрам: уменьшение степени кислотности; уменьшение содержания гумуса; уменьшение содержания подвижного фосфора и обменного калия; переуплотненность; загрязнение почвенного покрова радиоактивным Cs-137.

Определение общей величины ущерба от деградации почв и земель потребовало оценку невыполненных / недовыполненных в результате деградационных процессов экосистемных услуг почв в денежном эквиваленте. Для изучаемой территории были рассмотрены услуги прямого обеспечения ресурсами.

Был произведён расчёт ущерба от деградации и загрязнения с применением различных методик. В исследовании показано различие экосистемных услуг и экологических функций почв.

Так же проведён анализ деятельности института и оценено влияние применения комплекса агротехнических и агрохимических мероприятий, в частности внесения повышенных доз удобрений, для повышения плодородия почв и снижения поступления радиоактивного Cs-137 в продукцию растениеводства.

Окончательные величины ущерба/вреда от загрязнения и деградации почв и земель, опытных полей Тульского НИИСХ были скорректированы с учетом недовыполненных/невыполненных экосистемных сервисов. Сравнение методик показывает, что действующая на федеральном уровне методика 2010-года показывает сильно завышенные (в 136 раз) значения, по сравнению с остальными. Необходима доработка и переработка методики с учётом реальных возможностей.

Работа рекомендована д.б.н., проф. О.А. Макаров.

Секция V

Биология почв. Невидимое в видимом

УДК 631.465

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА BIO-ДОН НА АКТИВНОСТЬ ИНВЕРТАЗЫ ПОЧВЫ ПОД ПЛОДОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ

Р.З. Абдуллаева, М.Н. Дубинина, О.И. Наими, В.А. Лыхман
«ФГБНУ» Донской зональный научно исследовательский институт сельского хозяйства, abdullaeva759@outlook.com

В последние годы все больше работ связано с изучением влияния гуминовых препаратов на продуктивность сельскохозяйственных культур. Механизмы их положительного действия на растения многообразны и связаны как с уменьшением стресса, вызванного такими абиотическими факторами, как засуха, заморозки, засоление, так и усилением поступления элементов минерального питания, активацией почвенной микробиоты.

Однако исследования влияния гуматов на древесные культуры остаются очень немногочисленными. Для Ростовской области, в которой наблюдается тенденция к смене климата с умеренно- на резко-континентальный с ветреной и малоснежной зимой, опыт подобных исследований может оказаться весьма полезным.

Спектр применяемых в настоящее время гуминовых препаратов широк, однако большинство из них имеют схожие механизмы воздействия на растения, так как действующим веществом этих препаратов являются гуминовые кислоты и фульвокислоты. Объектом исследования является гуминовый препарат BIO-Дон, который получают путем щелочной экстракции. Гуминовый препарат обладает щелочной реакцией среды и содержит относительно невысокую концентрацию питательных элементов, поэтому не может рассматриваться как аналог минеральных удобрений. Место проведения – действующий плодовый сад в Азовском районе Ростовской области на площади 19.8 га. Исследования проводились на плодовых деревьях яблонь и черешни различных сортов (Черешня «Василиса», Черешня «Талисман», Яблоня «Ред Чиф Камспур», Яблоня «Пинк Леди»).

Климат приазовской зоны – засушливый, умеренно жаркий, континентальный. Относительная влажность воздуха имеет ярко выраженный годовой ход. Наименьшие её значения отмечаются в июле – 50–60 %, минимальные в отдельные дни могут быть 25–30 % и ниже. Плодовые культуры обрабатывали гуминовым препаратом по схеме: однократное внесение в почву с оросительной водой (капельное орошение) в сочетании с однократным опрыскиванием деревьев черешни и двукрат-

ным опрыскиванием яблонь в дозировке 300 л/га рабочим раствором с концентрацией 0.008 г/л по углероду. Сроки обработки: внесение препарата с поливной водой под черешню было произведено 12 мая; яблоню Рэд чиф камспур – 21 мая; яблоню Пинк лэди – 28 мая; питомника – 27 мая. Опрыскивание первое – в 3 декаде мая, второе (только яблони) – во второй декаде августа.

Эффективность применения гуминового препарата оценивалась по ферментативной активности. Мною в работе использованы данные по активности фермента инвертазы представленные в таблице.

Таблица. Активность инвертазы.

№	Инвертаза мг глюкозы/1 г почвы за 24 часа	
	Контроль	BIO-Дон
1	41.94	40.1
2	47.02	41.61
3	39.36	38.53
4	32.38	35.72

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

УДК 631.95:631.6.02(470.331)

ОСОБЕННОСТИ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ЕЛЬНИКАХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОГО ЗАПОВЕДНИКА

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

Глобальные изменения климата, во многом определяемые ростом в атмосфере концентрации парниковых газов, стоят в ряду приоритетных проблем современной экологии. Землепользование – основной фактор, определяющий потоки парниковых газов в наземных экосистемах [1]. Самым распространенным предположением о причине возникновения глобального потепления является накопление в атмосфере в результате техногенных выбросов различными отраслями промышленности газов, таких как диоксид углерода (CO_2), метан (CH_4), закись азота (N_2O) и другие, молекулы которых задерживают длинноволновую часть излучаемой земной поверхностью радиации и создают парниковый эффект, способствуют саморазогреву атмосферы [2].

Цель работы была оценить пространственную неоднородность почвенной эмиссии CO_2 между напочвенным покровом и атмосферой в экосистемах южной тайги европейской части России

Определить влияние внешних факторов на интенсивность потоков и направление потоков.

В соответствии с целью решались следующие задачи:

– Организовать и провести периодические мониторинговые наблюдения за состоянием баланса CO_2 в трех представительных лесных экосистемах Центрально-Лесного заповедника;

– Оценить влияние различных факторов на их интенсивность и пространственную неоднородность.

– Исследовать температуру и влажность почв исследуемых ветровальных комплексов еловых экосистем.

Мониторинговые исследования проводились в Центрально-Лесном заповеднике.

Основными объектами исследования являются ключевые участки мониторинга в ельнике чернично-сфагновом, разновозрастном и столетнем ельниках кислично-щитовниковых со слабодерново-подзолистыми почвами, с размещением измерительных площадок фоновых парцеллах ельников, представительных вариантах ветровальных почвенных комплексов, как основного элемента современной динамики этих экосистем.

Измерения содержания парниковых газов проводились в трех ельниках на каждом из под-участков 5 участков с периодичностью 10 дней двумя способами – с помощью электронного газоанализатора Li-Cor 820. Так же проводились параллельные измерения влажности почвы, ее температуры, температуры воздуха и атмосферного давления на всех под-участках исследуемого объекта. Проведение лабораторных исследований и микробиологического анализа.

Проведённые исследования показали максимальную эмиссию CO_2 большинством исследуемых объектов в середине июля (21.5–47.2 г $CO_2/(м^2 \cdot сутки)$), а минимальная эмиссия для всех исследуемых участков пришлась на осенне-зимний период (0.3–10 г $CO_2/(м^2 \cdot сутки)$).

Литература

1. Семенов С.М. Парниковые газы и современный климат Земли. М.: Метеорология и гидрология. 2004. – 175 с.

2. Курганова И.Н., Кудеяров В.Н. Оценка потоков диоксида углерода из почв таежных зон России. 1998. – 126 с.

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

УДК 631.4

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ АНТРОПОГЕННЫХ ПОЧВ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ ТЕРРАС ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА

Г. Асадова, Н.Н. Каширская
Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино
tulskiy71@list.ru

Одним из древнейших очагов террасного земледелия является Восточный Кавказ. Большая часть террас находится в пределах горного Дагестана, где площадь террас составляет 1500 км^2 (Борисов и др., 2014). Но до сих пор не были получены ответы на вопросы о биологической активности этих почв. Важными диагностическими показателями состояния микробного сообщества являются его биомасса и активность почвенных ферментов, которые отражают условия почвообразования. В связи с этим целью данной работы явилось изучение химических свойств и биологической активности антропогенных почв земледельческих террас на различных почвообразующих породах.

Для исследования были выбраны террасные почвы на следующих ключевых участках: ключевой участок Гуниб (Гунибский район, почвы сформированы на делювии глин и известняков); ключевой участок Муги (юго-восточная часть Внутригорного Дагестана, Акушинский район, окрестности с. Муги, почвы сформированы на известняках); ключевой участок Джаба (Ахтинский район, окрестности с. Джаба, почвы сформированы на сланцах). Оценку активной микробной биомассы проводили методом субстрат-индуцированного дыхания (Ананьева, Благодатская, 1993), уреазной активности – модифицированным индофенольным методом (Kandeler, Gerber, 1988), фосфатазной активности – методом Галстяна–Арутюнян (Хазиев, 1982).

В ходе лабораторных исследований получены следующие результаты. Показатели активной микробной биомассы почти во всех слоях профиля земледельческой террасы, сформированной на делювии глин и известняков (ключевой участок Гуниб), были намного выше, чем в соответствующих слоях террасы, сформированной на известняках (ключевой участок Муги). Максимум уреазной активности также был отмечен в профиле террасы, сформированной на делювии глин и известняков (ключевой участок Гуниб). Фосфатазная активность в верхней части профиля этой почвы также была значительно выше по срав-

нению с соответствующими слоями террасных почв, сформированных на известняках и сланцах. При этом профильные изменения фосфатазной активности в почве, сформированной на делювии глин и известняков и в почве, сформированной на сланцах, практически не различалась: значения фосфатазной активности уменьшались с глубиной. В нижней части профиля этих двух террасных почв фосфатазная активность практически не различалась. Значительные отличия по динамике фосфатазной активности в почвенном профиле были выявлены при исследовании террасы, которая сформирована на известняках (объект Муги). Здесь в нижней части профиля фосфатазная активность увеличивались с глубиной. Поэтому в наиболее глубоких слоях почвы, сформированной на известняках, величины данного показателя были выше по сравнению с террасной почвой, сформированной на делювии глин и известняков. В верхней и центральной частях профиля почвы, сформированной на делювии, наблюдалась максимальная фосфатазная активность.

Основываясь на результатах, полученных в ходе работы, можно сделать вывод о том, что наибольшей биологической активностью характеризовалась почва земледельческой террасы, сформированная на делювии глин и известняков.

Литература

1. *Ананьева Н.Д., Благодатская Е.В., Орлинский Д.Б., Мякшина Т.Н.* Методические аспекты определения скорости субстрат-индуцированного дыхания почвенных микроорганизмов. Почвоведение. 1993. № 11. С. 72–77.

2. *Борисов А.В.* Концепция археологического почвоведения В.А. Демкина // Материалы международной научной конференции по археологическому почвоведению, посвященной памяти В.А. Демкина. Пущино, Изд-во ООО «Фотон-век». 2014. С. 5–8.

3. *Хазиев Ф.Х.* Системно-экологический анализ ферментативной активности почв. М.: Наука. 1982. 204 с.

4. *Kandeler E, Gerber H.* Short-term assay of urease activity using colorimetric determination of ammonium // Biology and fertility of soils. 1988. 6. № 1. P. 68–72.

УДК 631.46

ДИНАМИКА ПОЧВЕННОГО МИКРОБИОМА В ПРОЦЕССЕ ПЕРВИЧНОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ЛЕСОТУНДРЕ

Н.А. Бгажба, А.Д. Железова, Т.И. Чернов, А.К. Тхакахова, О.В. Кутовая
Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва,
natali9020010@mail.ru

Микробное сообщество почв является важным компонентом биогеохимических циклов макро- и микроэлементов. Для понимания процесса формирования почвенного микробного сообщества и его связи с различными факторами среды следует обратить внимание на его динамику в процессе почвообразования. Закрепление минерального субстрата является одним из почвообразовательных процессов, который наблюдается в настоящее время.

Были исследованы образцы двух хронорядов, представляющих последовательное закрепление песка на берегах р. Печора, около пос. Нельмин Нос и г. Нарьян-Мар на территории НАО. Отбор проб производили с трёх типов поверхности: не закрепленный растительностью песок, полузакрепленная поверхность с разрастаниями мхов (*Racomitrium canescens*, g. *Polytrichum*) и лишайников (*Stereocaulon paschale*), фоновая почва с типичной тундровой или лесотундровой растительностью. Почву отбирали из слоя 1–5 см по возможности без частей растений, в пятикратной повторности с каждого типа поверхности, точки отбора располагались в 3–5 метрах друг от друга.

Из образцов почвы была выделена тотальная ДНК с помощью коммерческого набора MPBio FastDNA® SPIN Kit for Soil по методике производителя. Методом количественной ПЦР (ПЦР-Real Time) было оценено количество копий рибосомальных генов бактерий, архей и грибов в образцах, а также количество копий функциональных генов, связанных с процессами азотного цикла. Структура прокариотного сообщества оценивалась на основе секвенирования гена 16S рРНК на платформе Illumina.

Выявлено закономерное увеличение количества копий фрагментов бактериальной и архейной 16S рРНК, а также грибной 18S рРНК в хронорядах от незакрепленного песка до фоновой почвы, причем разница в количестве копий рибосомальных генов достигала двух порядков. Аналогичная картина наблюдалась для функциональных генов.

Общее разнообразие микробного сообщества, оцененное по индексу Шеннона и количеству выделенных ОТЕ возрастало в ряду незакрепленный песок – полузакрепленная поверхность – фоновая почва.

Достаточно высокая численность микроорганизмов в почве достигается только с переходом к фоновой почве под развитым растительным покровом. Первичные закрепители минерального субстрата – мхи и лишайники – лишь создают «плацдарм» для дальнейшего развития растительности, но сами по себе не способны поддерживать высокое обилие различных таксономических и функциональных групп почвенных микроорганизмов. При этом по составу микробиома полузакрепленная поверхность более сходна с фоновой почвой, чем с незакрепленным песком.

Таким образом, можно заключить, что при первичном почвообразовании в бореальной зоне характерная структура микробного сообщества создается уже на первых этапах растительной сукцесии, однако высокая численность микроорганизмов достигается только на климаксных стадиях сукцессии в развитой почве.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ (проект № 17-16-01057).

Работа рекомендована д.б.н., проф. Манучаровой Н.А. и с.н.с. НИИ им. Докучаева Черновым Т.И.

УДК 631.466.15

ПОЛИФАЗНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВНУТРИВИДОВОЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ ДРОЖЖЕЙ *RHODOTORULA MUCILAGINOSA*

А.С. Венжик

Московский государственный университет, rhysenn.mf@gmail.com

Rhodotorula mucilaginosa – один из наиболее распространенных видов базидиомицетовых дрожжевых грибов, который встречается в природе повсеместно. Это типичный представитель филлосферы, почвенных, морских и пресноводных экосистем, доминирующий вид среди дрожжевых грибов в домашней пыли. Для *R. mucilaginosa* свойственно присутствие в таких экстремальных местообитаниях, как вечномерзлые породы возрастом 3 млн лет, антарктические почвы Оазиса Ширмахера, коры льда озера Восток в Антарктике, гиперсолёные водоемы.

Внутривидовым исследованиям дрожжевых грибов на данный момент посвящено мало работ, и лишь в некоторых из них учитывается совокупность как фенотипических, так и генетических характеристик. Внутривидовой уровень изучения требует особого подхода, поскольку с понижением иерархической ступени сужается количество критериев, которые бы репрезентативно отражали сходства и различия изучаемых объектов.

Целью данной работы является полифазное сравнительное исследование коллекционных штаммов *R. mucilaginosa*, выделенных из различных географических регионов мира, от северных широт до южного полушария: Россия, Норвегия, Монголия, Таджикистан, Вьетнам, Марокко, Индонезия, Куба и Ямайка.

Полифазное изучение включило в себя изучение морфологии и физиологии штаммов, ДНК-портретирование, а также анализ нуклеотидных последовательностей D1/D2 региона 26S (LSU), 18S (SSU), ITS1-5.8S-ITS2 регионов рДНК и гена α-субьеденицы фактора элонгации транскрипции 1 (EF1-α) у исследуемой выборки. Морфологические исследования проводили с помощью светового микроскопа и компьютерного измерения RGB цветовых параметров штаммов. Для изучения физиологических характеристик был использован стандартный набор ассимиляционных тестов. Для ДНК-портретирования мы прибегли к методу ПЦР, выбрав два микросателлитных праймера – $(GTG)_5$ и M13. Продукты амплификации были разделены электрофорезом в агарозном геле, сфотографированы на трансиллюминаторе системой гель-документирования, а снимки обработаны в «Phoretix 1D» для построения дендрограмм.

Нами были обнаружены схожие физиологические черты у штаммов из России (Московская область, Республика Карелия и Дагестан), Норвегии и Монголии. Сравнение физиологической и генетической вариабельности исследованной выборки штаммов показало у многих штаммов тесную взаимосвязь этих двух характеристик. ДНК-портретирование продемонстрировало высокую генетическую вариабельность образцов *R. mucilaginosa*, выделенных как из различных географических районов, так и из локально собранных образцов внутри одного района и даже конкретного места отбора образцов. При этом мы обнаружили принадлежность к одним и тем же генетическим группировкам для некоторых штаммов *R. mucilaginosa*, выделенных из достаточно удаленных друг от друга мест, например, Монголия и Марокко. У вида *R. mucilaginosa* впервые был обнаружен высокий уровень внутривидовой вариабельности нуклеотидной последовательности гена EF1-α, достигающий 8 %, что позволило нам выделить 6 филогенетических групп.

Полученные данные о внутривидовой вариабельности *R. mucilaginosa* демонстрируют, что изучение внутривидовых фенотипических и филогенетических характеристик способно помочь в решении вопросов, касающихся эволюции и концепции видов, современного и историко-географического распространения популяций микроорганизмов.

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

УДК 631.81.095.338

ДИАГНОСТИКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РАСТЕНИЙ АЗОТОМ И ЖЕЛЕЗОМ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ИМПУЛЬСНОЙ ФЛУОРИМЕТРИИ ХЛОРОФИЛЛА

И.А. Ганичев, А.Г. Рюмин
Санкт-Петербургский государственный университет,
ganichevilya@gmail.com

Недостаток азота (N) и железа (Fe) широко распространен во многих сельскохозяйственных регионах мира. Низким содержанием биологически доступных форм азота характеризуется большинство наземных экосистем. Дефицит железа у растений встречается преимущественно в регионах распространения карбонатных почв, занимающих около 30 % поверхности суши [1]. Визуальные симптомы дефицита этих химических элементов у растений схожи: проявляются в виде пожелтения листьев – хлороза. В настоящее время существуют экспресс-методы определения недостатка азота по концентрации хлорофилла с помощью промышленно выпускаемых N-тестеров, например Yara N-Tester, SPAD 502 Plus и др. Однако при дефиците железа, а также при совместном недостатке железа и азота такие методы могут приводить к ошибкам в диагностике минерального статуса растений. Существует мнение, что метод импульсной флуориметрии хлорофилла перспективен в оценке физиологического состояния растений. Однако опубликованные результаты по его применению в диагностических целях неоднозначны [2, 3].

Цель настоящей работы – оценить применимость метода импульсной флуориметрии хлорофилла для диагностики обеспеченности растений железом и азотом. Объект исследований – растения огурца (*Cucumis sativus* L.) сорта Феникс. Растения выращивали в условиях гидропоники на полном питательном растворе (ППР) [4]. Условия дефицита железа создавали исключением источника железа (Fe-ЭДТА) из состава питательного раствора, условия дефицита азота – разбавлением исходного ППР в десять раз. Параметры флуоресценции измеряли с помощью переносного импульсного флуориметра PAM-2500 (Heinz Walz Gmbh, Германия) после 20 минутной адаптации растений к темноте на 3, 5 и 7 сутки после создания условий дефицита изучаемых элементов. Концентрацию железа определяли с помощью атомно-абсорбционного спектрометра «МГА-915» (Люмэкс, Россия), азота – с помощью CHN-анализатора «CHN628» (Leco, США).

Дефицит азота уменьшал сухую биомассу листьев, а одновременный дефицит азота и железа – биомассу листьев и корней растений

огурца. Дефицит железа в большей степени, чем дефицит азота, а также одновременный дефицит этих элементов, ингибировал синтез хлорофилла в листьях растений. Перечисленные фенотипические изменения, индуцированные недостатком железа и азота, сопровождались существенными нарушениями в транспорте этих элементов из корней в побеги растений. Нами идентифицированы параметры флуоресценции хлорофилла, перспективные для ранней диагностики обеспеченности растений железом: максимальная скорость электронного транспорта (ETR_{max}), параметры максимального (Fv/Fm) и эффективного [Y(II)] квантовых выходов фотосистемы II. Уменьшение значений этих параметров регистрировали уже на третьи сутки после исключения железа из состава питательного раствора, когда визуальные симптомы этого заболевания отсутствовали. В условиях недостатка азота, напротив, значения параметров флуоресценции (Fv/Fm, Y(II)) оставались неизменными или незначительно возрастали (ETR_{max}, qP). При одновременном дефиците азота и железа значения ETR_{max} также уменьшались, но в меньшей степени, чем при дефиците железа.

Литература

1. *Vose P.B.* Iron nutrition in plants – a world overview // Journal of plant nutrition 1982, Vol. 5, 233–249

2. *Kalaji H.M., Oukarroum A., Alexandrov V., Kouzmanova M., Brestic M., Zivcak M., Samborska I., Cetner M., Allakhverdiev I., Goltsev V.* Identification of nutrient deficiency in maize and tomato plants by in vivo chlorophyll a fluorescence measurements // Plant Physiol Biochem 2014, Vol. 81, 16–25.

3. *Гольцев В.Н., Каладжи Х.М., Паунова М., Баба В., Хорачек Т., Мойски Я., Коцел Х., Аллахвердиев С.И.* Использование переменной флуоресценции хлорофилла для оценки физиологического состояния фотосинтетического аппарата // Физиология растений. 2016, № 6, 881–907.

4. *Pavlović, J., Samardzic, J., Masimović, V., Timotijević, G., Stević, N., Laursen, K.H., Hansen, T.H., Husted, S., Schjoerring, J.K., Liang, Y., Nikolić, M.* Silicon alleviates iron deficiency in cucumber by promoting mobilization of iron in the root apoplast // New Phytol. 2013, Vol. 198, 1096–1107.

Исследования проведены с использованием оборудования ресурсного центра «Развитие молекулярных и клеточных технологий» научного парка СПбГУ.

Работа рекомендована к.б.н. доц. К.Л. Якконеном.

УДК 631.8

АЛЕЛЛОПАТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАЗЕМНОЙ МАССЫ *HERACLEUM SOSNOWSKYI*

А.В. Гуртовая, П.С. Удовенко
Санкт-Петербургский государственный университет,
st047665@student.spbu.ru

Борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi*) является злостным инвазионным видом, интродуцированным с Кавказа более 60 лет назад. На данный момент Борщевик распространился практически во все регионы РФ, внедряясь в естественные фитоценозы и вытесняя его исконных обитателей. В настоящее время предлагается множество методов борьбы с борщевиком Сосновского, однако, в силу особенностей биологии, эффективного способа остановить экспансию этого агрессивного вида до сих пор не найдено. Напротив, несмотря на предпринимаемые попытки остановить его распространение, ареал борщевика Сосновского продолжает расширяться.

Была предпринята попытка использовать зеленую биомассу борщевика в качестве материала для производства компостов, которые в дальнейшем можно будет использовать в качестве органических удобрений. Однако известно, что одной из причин успешной инвазии борщевика Сосновского является его способность крайне негативно влиять на другие компоненты фитоценозов, в которые он внедряется, то есть наличие у борщевика аллелопатических свойств. Поэтому, прежде чем использовать получаемые компосты как удобрения, необходимо определить их биоудобрительные свойства и отсутствие фитотоксичности. Данная работа является частью комплексных исследований по разработке приемов получения эффективных и экологически безопасных органических удобрений на основе компостов.

Компосты были получены при разложении зеленой массы борщевика Сосновского в безгумусовой среде с добавлением минеральных и органических агентов, повышающих скорость трансформации растительного материала и усиливающих процессы гумификации. Было изучено 14 вариантов опыта. Длительность компостирования составляла от 30 до 90 дней. Фитотоксичность водной вытяжки из зеленой массы борщевика и полученных из этой массы компостов оценивали по ГОСТ 12038-84.

Результаты проведенной работы свидетельствуют о значительном снижении токсичных свойств исследуемого материала (на 45–70 %), а в некоторых вариантах опыта и полном устранении токсично-

сти. Это дает основание для дальнейшего более подробного изучения свойств компостов, получаемых на основе зеленой массы борщевика Сосновского с целью его утилизации и получения органических удобрений для сельского хозяйства.

Работа рекомендована к.с.-х.н. Е.Е. Орловой.

УДК 631.4

АКТИВНОСТЬ КАТАЛАЗЫ И УРЕАЗЫ ВО ВТОРИЧНЫХ ПОЧВАХ ЗОНЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ СОЛЕОТВАЛОВ

О.А. Дреева
Пермский государственный национальный исследовательский университет, olgadreeva@gmail.com

Для изучения интегральной токсичности почв наряду с биотестированием применяют энзиматические методы. Почвенные ферменты своим происхождением обязаны микроорганизмам, а также мезофауне и корневой системе растений. Для каждой разновидности почв характерен определенный «пул» (состав) ферментов. Основная роль в каталитических реакциях принадлежит ферментам, адсорбированным на почвенных частицах и находящимся в почвенном растворе, активность которых реализуется в зависимости от физических и химических свойств почвы.

В Пермском крае на территории Березниковского производственного калийного рудоуправления и Соликамского калийного рудоуправления почвенный покров был трансформирован из-за планировки поверхности под солеотвалы и шламохранилища, устройства дамб и водоотводящих ложбин, разлива соленых вод и выхода подотвальных вод. Цель наших исследований – оценка каталазной и уреазной активности вторичных почв этих ландшафтов.

Возле солеотвалов и шламохранилищ на литостратах и абралитах сформировались серогумусовые почвы и солончаки. В долинах малых рек под воздействием подотвальных вод на аллювиальных почвах образовались солончаковые почвы и солончаки. Определение каталазной и уреазной активности проведено в 13 пробах из поверхностных горизонтов общепринятыми методами по Ф.Х. Хазиеву. Физико-химические и химические свойства почв сильно варьировали: количество гумуса находилось в пределах 0.17–9.05 %, $pH_{вод}$ – 3.98–7.35, сумма водорастворимых солей – 0.03–3.3 %, количество фосфора подвижного (P_2O_5) – 0.3–24.3 мг/100 г, количество калия подвижного – 1.5–850.0 мг/100 г.

В исследуемых горизонтах почв ферментативная активность была относительно низкой. Активность каталазы варьировала в пределах 0.5–5.2 мл O_2/г почвы за 1 мин. В соответствии со шкалой Д.Г. Звягинцева (1980) степень обогащенности почв ферментом изменялась от средней до очень бедной. При этом средняя и бедная степень отмечена у вторичных серогумусовых почв, очень бедными этим ферментом были вторичный солончак на литострате, вторичные солончаки на аллювиальных почвах, а также литострат, почти не содержащий гумуса.

Уреазная активность почв изменялась в пределах 1.1–4.0 N-NH_3 мг/10 г почвы за 24 ч., что в соответствии со шкалой Д.Г. Звягинцева свидетельствует о бедной и очень бедной обеспеченности этим ферментом. Относительно выше уреазная активность была у серогумусовых незасоленных почв и минимальной – у солончака хлоридно-натриево-калиевого химизма засоления.

Методом корреляционного анализа была проверена связь между ферментами и свойствами поверхностных горизонтов почв. У активности каталазы выявлена прямая зависимость средней силы (коэффициент корреляции равен 0.68) от количества подвижных фосфатов в почвах. Уреазная активность в почвах возрастала с уменьшением почвенной кислотности (коэффициент корреляции равен 0.49).

Таким образом, вторичные серогумусовые почвы и вторичные солончаки зоны воздействия солеотвалов характеризуются преимущественно низкой активностью исследуемых ферментов, по-видимому, свойства почв малоблагоприятны для живых организмов.

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

УДК 631.46

МИКРОБНАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СУБСТРАТОВ БЕЛКОВОЙ, ЛИПИДНОЙ И ПОЛИСАХАРИДНОЙ ПРИРОДЫ В СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ (МОДЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ)

К.С. Дущанова[1], Н.Н. Каширская[2]
[1]Пущинский государственный естественно-научный институт, dushchanova.kamilla@gmail.com
[2]Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН

В модельном эксперименте на серой лесной почве анализировали динамику разложения органических субстратов различного состава микробными сообществами с целью поиска индикаторов, указывающих на их исходное присутствие в почве. Эксперимент проводили в опти-

мальных и постоянных условиях влажности и температуры (60 % ППВ и 25 °С). Использовали субстраты белковой – казеинат натрия, желатин и шерстяные нити, липидной – пищевое подсолнечное масло и бараний жир и полисахаридной природы – крахмал и высушенный сбор разнотравья, контролем служила почва без субстрата. Динамику разложения органических субстратов анализировали еженедельно в первые два месяца эксперимента, затем – ежемесячно измерением дыхательной активности микробных сообществ (Anderson J.P.E., Domsch K.H., 1978), определением потерь Сорг (Пономарева В.В., Плотникова Т.А., 1980), уровня актуальной протеазной (Kandeler E., 1996), липазной, целлюлазной, амилазной и фосфатазной активности (Хазиев, 2005), а также катаболического разнообразия микробных сообществ методом мультисубстратного тестирования дыхательной активности (МСТ, Degens B.P., Harris J.A., 1997). Для МСТ использовали спектр низкомолекулярных субстратов 3-х групп: аминокислот (глицина, аланина, аргинина, гистидина, тирозина и цистеина), углеводов (маннозы, арабинозы, сахарозы, фруктозы, мальтозы, глюкозы) и натриевых солей карбоновых кислот (аскорбиновой, лимонной, малеиновой, молочной, уксусной, щавелевой и янтарной).

Полученные данные показывают, что белковые субстраты были полностью минерализованы микробными сообществами в течение первых двух месяцев. В вариантах, обогащенных липидами, активное разложение субстратов началось спустя 60 дней от начала эксперимента. Ферментативная активность, соответствующая внесенному субстрату, как правило, превышала контрольные показатели в 1.5–17 раз. Исключение составила липазная активность (превышение контроля на 6 %), низкие значения которой связаны с двухмесячной задержкой начала разложения липидных субстратов микробным сообществом. При анализе результатов МСТ выявлены наиболее индикаторные субстраты – 3 карбоновые кислоты (аскорбиновая, уксусная и молочная) и аминокислота – цистеин, дыхательный отклик на которые резко различался при разложении белковых и липидных материалов. В настоящее время исследуется устойчивость этих показателей в ходе продолжающегося эксперимента. Полученные результаты позволяют надеяться на перспективность применения индикаторных субстратов для реконструкции исходного присутствия в почве органических материалов различной природы.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 17-06-00412.

Работа рекомендована к.б.н., в.н.с. Т.Э. Хомутовой.

УДК 631.10

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕТРИТОГЕНЕЗА В ЮЖНО-ТАЕЖНЫХ ЛАНДШАФТАХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОГО ЗАПОВЕДНИКА

П.Р. Енчилик
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
polimail@inbox.ru

В пределах участка, расположенного в южной части ядра Центрально-лесного заповедника, где большие площади поверхности междуречий занимают зональные для южно-таежных ландшафтов еловошироколиственные леса, были проведены исследования, цель которых состояла в анализе особенностей формирования и состава детритовых горизонтов в почвах катены, формирующихся под лесной растительностью. Катена имеет протяженность 187 м, небольшой перепад высот (2.8 м) и занимает склон междуречья, сложенный однородным почвообразующим субстратом − покровными суглинками, подстилаемыми карбонатной мореной. Объектами исследования являются детритовые горизонты почв катены: лесные подстилки дерново-глубокоподзолистых почв в автономном и трансэлювиальном ландшафтах, где произрастает высокобонитетный ельник липняковый; перегной перегнойно-торфяно-подзолистых почв в трансэлювиально-супераквальном ландшафте, покрытом чернично-сфагново-зеленомошным ельником; торф торфяно-подзолистых почв, формирующиеся в днище депрессии в нижней части склона, где произрастет кислично-сфагновый ельник с примесью рябины и черемухи.

Для каждого участка катены был рассчитан опадо-подстилочный коэффициента (Коп), на основе которого делается вывод о скорости разложения органических остатков и интенсивности биологического круговорота (Базилевич, 1971). При большей дренированности почв в элювиальном и трансэлювиальном ландшафте Коп составляет 7.4 и 6.7 соответственно, а в почвах подчиненных позиций, в условиях переувлажнения, он увеличивается до 35.7 и 34.4, поскольку на данных участках масса торфа и оторфованной подстилки значительна из-за медленного разложения растительных остатков и хвойного опада в анаэробных условиях.

Была определена зольность детритовых горизонтов. Выявлено, что заболоченные почвы характеризуются минимальной зольностью мортмасс (4.5 %), по сравнению с почвами автономного и трансэлюви-

ального ландшафта, где зольность лесной подстилки варьирует от 19.5 до 40 %. Различия в зольности связаны с видовым составом растительных сообществ. В наиболее дренированных позициях, занятых еловошироколиственными лесами, растительность дает высокозольный опад.

Оценка запасов органического углерода в подстилках и торфе в сравнении с его запасами в гумусовых и минеральных горизонтах почв катены показала, что накопление углерода преимущественно происходит в поверхностных органических горизонтах. Основным его резервуаром являются заболоченные почвы подчиненных позиций, где в верхнем торфяном горизонте запас органического углерода достигает 23.7 т/га, в то время, как в лесной подстилке автономной позиции запас углерода составляет всего 4.8 т/га. На основе метода хемодеструкционного фракционирования (Попов, Русаков, 2016) проведена оценка устойчивости органического вещества почв к окислению. Выявлено, что в грубогумусовых горизонтах и горизонтах подстилки содержание легкоразлагаемых фракций превышает содержание устойчивых фракций в 1.3–3.6 раза, в то время, как в минеральных горизонтах, залегающих ниже, происходит увеличение доли устойчивых к окислению фракций органического вещества.

Анализ элементного состава детрита показал, на разных стадиях разложения соотношение химических элементов различно: в наиболее ферментированном горизонте лесной подстилки содержание микроэлементов (Cd, Se, Co, Ni, Cu, Rb, Pb, Fe, Ti, Zn) выше, чем в свежем опаде, а содержания макроэлементов (Mg, Ca, K) ниже. Трансформация элементного состава в процессе разложения лучше выражена в автономном и трансэлювиальном ландшафте, чем в подчиненном.

Исследование выполнено в рамках проекта «Формы миграции металлов в южнотаежных ландшафтах» (договор № 04/2017/РГО-РФФИ).

Работа рекомендована с.н.с. каф. геохимии ландшафтов и географии почв географического факультета МГУ, к.г.н. Е.Н. Асеевой.

УДК 631.46

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ, ПОДВЕРЖЕННОЙ ИНВАЗИИ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО

О.А. Ершова
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
ershovaoa@mail.ru

Признание значимости проблемы, связанной с проникновением чужеродных видов растений и животных на новые территории и их влиянием на экосистемы, привело к тому, что этому вопросу уделяется все большее внимание. Одним из наиболее распространенных инвазивных видов на территории европейской части России является борщевик Сосновского. В научной литературе имеются исследования, документирующие влияние инвазии борщевика на химические свойства почв. В последнее время также появляются исследования и о его влиянии на биологическую активность почв. Это связано с возрастающей потребностью в изучении этого вида, как одного из наиболее быстро распространяющихся и перспективных культур для биотехнологического использования для получения биотоплива. Именно поэтому целью работы была оценка изменения основных показателей биологической активности почв на участках с различными сроками инвазии борщевика Сосновского (*H. sosnowskyi*). В задачи исследования входило определение активности процессов азотфиксации, денитрификации и эмиссии метана, методами газовой хроматографии, а также определение численности и таксономической структуры и оценка изменения функционального разнообразия микробного комплекса в ризосфере борщевика на участках с различными сроками его инвазии и в дерново-подзолистой почве.

Объектами исследования служили образцы среднесуглинистой среднеокультуренной дерново-подзолистой почвы из ризосферы борщевика и контрольные образцы почвы, отобранные в Солнечногорском районе Московской области на бывшем опытном поле УОПЭЦ (учебно-опытно почвенно-экологический центр) «Чашниково». Образцы отбирались в летний период на протяжении трех лет (2014–2016 гг.).

Исходя из полученных данных по активности процессов трансформации азота и углерода, мы выявили, что показатели актуальной азотфиксации в ризосфере борщевика превышают значения в контрольных образцах в 4–5 раз. Тенденция к увеличению (в 2 раза) показателей в ризосфере с увеличением сроков инвазии сохраняется и при изучении потенциальной азотфиксации. Достоверная положительная корреляция между потенциальной азотфиксацией и сроками инвазии, а также отри-

цательная корреляция между потенциальной денитрификацией и сроками инвазии может свидетельствовать о накоплении азота в почве на участках с более продолжительным периодом инвазии растения.

Отмечено достоверное увеличение численности и снижение таксономического разнообразия бактерий в ризосфере борщевика по сравнению с контрольной почвой. Обнаружена тенденция к накоплению грамотрицательной бактерии *Serratia plymuthica* в ризосфере борщевика Сосновского с увеличением сроков инвазии, что приводит к моно доминированию культуры данного вида в ризосфере.

Оценку функционального состояния микробных сообществ в исследуемых образцах почвы и ризосферы проводили на основе спектров потребления органических субстратов методом мультисубстратного тестирования (МСТ). Отмечено увеличение показателей функционального разнообразия микробных сообществ в ризосфере борщевика: числа и разнообразия потребляемых субстратов, метаболической работы и устойчивости в течение вегетационного периода, однако обнаружено снижение устойчивости микробных сообществ с увеличением сроков инвазии.

Работа рекомендована д.б.н., проф. М.М. Умаровым.

УДК 631.433.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ T&P МОДЕЛИ ДЛЯ ЧИСЛЕННОЙ ОЦЕНКИ СРЕДНЕМЕСЯЧНОГО ДЫХАНИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ

В.А. Жмурин, В.О. Лопес де Гереню, Т.Н. Мякшина
Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, zhmurin.vasya@mail.ru

Для численной оценки дыхания почв (SR) обычно используют простые или множественные регрессионные уравнения или экспоненциальные модели, где в качестве параметров выступают гидротермические характеристики почв: температура и влажность. Один из подходов, позволяющих на основе климатических параметров (среднемесячной температуры воздуха, T и количества осадков, P) описывать глобальное распределение SR на месячном уровне осреднения, был предложен американскими исследователями Райхом и Поттером в 1995 г. (так называемая T&P модель). Цель настоящей работы заключалась в верификации и оценке точности различных версий T&P модели для расчета дыхания дерново-подзолистой почвы под лесом и лугом на основе данных 19-летнего круглогодичного мониторинга.

Экспериментальные участки, на которых, начиная с 1997 г., непрерывно ведутся наблюдения за интенсивностью выделения CO_2 из почв, располагаются на территории Приокско-Террасного государственного биосферного заповедника (54°55′N, 37°34′E; дерново-подзолистая песчаная почва; лесной и луговой ценозы). Скорость выделения CO_2 из почв (или общее дыхание почвы) определялась круглогодично 3–5 раз в месяц, используя камерный статический метод. Величина среднемесячной интенсивности почвенного дыхания (SRm) рассчитывалась как арифметическое среднее из всех измерений, проведенных за расчетный месяц. Климатические данные (среднемесячные температуры воздуха и месячные суммы осадков) были любезно предоставлены на Станции фонового мониторинга (м. Данки-Заповедник, Серпуховский район, Московская обл.), расположенной на территории Приокско-Террасного заповедника.

T&P модель для оценки среднемесячной интенсивности выделения CO_2 из почв (*SRm,* г $См^{-2}сут^{-1}$) на основе среднемесячной температуры воздуха (*Ta,* °C) и суммы осадков за соответствующий месяц (*P,* см) имеет следующий вид [1]*:*

$$SRm = R_0 \cdot e^{QTa} \cdot (P/(K+P)) \qquad (1),$$

где R_0 (г $См^{-2}сут^{-1}$) – дыхание почвы при 0 °C в отсутствие лимитирования влаги; Q (°C^{-1}) – экспоненциальное отношение между почвенным дыханием и температурой, *K (см)* – константа полунасыщения в гиперболическом отношении между *SR* и месячным количеством осадков. Оценка точности различных версий *T&P* модели проводилась методом наименьших квадратов (R^2 и коэффициент регрессии, а) и с помощью «коэффициента несовпадения» Тейла (КНТ).

Найдено, что репараметризованные по величине R_0 версии модели наиболее адекватно описывали среднемесячную интенсивность дыхания исследуемых дерново-подзолистых почв. Значения КТН были для них самые низкие (от 0.17 до 0.23), а коэффициенты детерминации варьировали от 0.54 до 0.72 при значениях а = 0.71–1.21. Несовпадение экспериментальных и расчетных данных наблюдалось, главным образом, в летние месяцы. Качество численной оценки дыхания почв с использованием предложенных версий модели (*T&P-1p* и *T&P-2p*) можно повысить, если провести их дополнительную репараметризацию по коэффициентам *Q* и *K*, ответственным за отклик дыхания почв на изменение температуры и увлажнения.

Литература

Raich J.W., Potter C.S. Global patterns of carbon dioxide emission from soils // Global Biogeochem. Cycles. 1995. Vol. 9. P. 23–36.

Работа выполнялась при поддержке РФФИ (проекты № 18-04-00773а, 16-04-01580а) и Программы Президиума РАН № 51.

Работа рекомендована д.б.н., доцентом И.Н. Кургановой.

УДК 631.467.1

МИКРООРГАНИЗМЫ, АССОЦИИРОВАННЫЕ С МИКСОМИЦЕТАМИ, В ЛЕСНОМ БИОЦЕНОЗЕ

Н.Б. Захарова
Санкт-Петербургский государственный университет,
n.b.zakharova@yandex.ru

Миксомицеты или слизевеки – уникальная группа спорообразующих протистов, ранее относимая к грибам, а в настоящее время выделенная в отдельный таксон. Жизненный цикл представителей этой группы организмов включает как вегетативные (миксамебы, зооспоры, плазмодий), так и расселительные (спорокарпы) стадии. По литературным данным являются основной группой простейших в почве. Они широко распространены в лесной зоне, часть жизненного цикла проходят на поверхности разлагающейся древесины, а часть в почве, вследствие чего можно предположить, что они будут оказывать значительное влияние на почвенное микробное население. Несмотря на широкое распространение миксомицетов в лесных биоценозах и их значительную биомассу в отдельные периоды года, биоценотические связи миксомицетов и почвенных микроорганизмов практически не изучены, также как и влияние их на формирование почвенного микробного сообщества. В отечественной литературе практически отсутствуют данные о численности и связи отдельных таксонов бактерий с миксомицетами.

Целью нашей работы было определение количественных показателей микробных сообществ, ассоциированных с миксомицетами, а также таксономического разнообразия бактерий, ассоциированных с миксомицетами.

В процессе работы были изучено бактериальное население 22 видов миксомицетов, принадлежащих к 12 родам. Миксомицеты были собраны осенью 2015 года на территории Ботанического сада (БС) МГУ на Ленинских горах и на территории Центрального Государственного Лесного Заповедника (ЦЛГЗ, Тверская область), летом 2016 года на

территории учебно-опытного почвенно-экологического центра МГУ «Чашниково» и Звенигородской биологической станции (ЗБС), осенью 2016 года на территории ЦЛГЗ.

Общая численность бактерий (прямой люминесентный метод, окраска акридином оранжевым) составляла от 2 до 46 млрд. клеток в 1 г плодового тела миксомицета. Максимальная численность была зарегистрирована у *Hemitrichia clavata* (БС МГУ), минимальная – у вида *Lycogala epidendrum* (ЦЛГЗ). Показатели общей численности бактерий варьировали у представителей отдельных видов. Следует отметить, что показатели общей численности у *Trihia varia* и *Lycogala epidendrum*, отобранных на территории БС МГУ в десятки раз выше, чем у представителей тех же видов, отобранных в Тверской области.

Численность сапротрофных бактерий (учет на глюкозо-пептонно-дрожжевой среде) колебалась в зависимости от вида миксомицета, от единиц до тысяч млн КОЕ в 1 г плодового тела. Численность бактерий у миксомицетов, отобранных на территории ЦЛГЗ выше, чем у представителей тех же видов, отобранных в ботаническом саду МГУ.

В структуре сапротрофного бактериального комплекса всех исследованных видов миксомицетов доминируют грамотрицательные бактерии родов *Cytophaga* и *Myxococcus*, реже обнаруживались представители родов *Beijerinkia*, *Streptomyces, Bacillus* и *Pseudomonas*.

Итак, показатели как общей численности, так и численности сапротрофного блока бактерий, ассоциированных с миксомицетами, довольно велика и сравнима с численностью бактерий в почве и подстилке леса. Это позволяет сделать вывод, что попадающие в почву плодовые тела миксомицетов создают локусы повышенной концентрации грамотрицательных бактерий родов *Cytophaga, Myxococcus, Beijerinkia* и *Pseudomonas*. Полученные результаты могут представлять определенный интерес в плане направленного поиска бактерий с нужными свойствами для целей биотехнологии.

Работа рекомендована д.б.н., проф. Ю.К. Новожиловым.

УДК 631.461.2 631.453

АКТИВНОСТЬ УРЕАЗЫ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ МЕДЬЮ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО КАРБОНАТНОГО

В.В. Зинченко, Е.Ф. Асташова, А.В. Горовцов, И.В. Замулина
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, zinj007@gmail.com

Активность уреазы является одним из важнейших показателей биологического состояния почв. Медь, как один из ведущих антропогенных загрязнителей, оказывает значительное влияние на микробное сообщество почвы и влияет на ее уреазную активность.

Цель исследования – изучение влияния Cu на уреазную активность чернозема обыкновенного карбонатного в условиях модельного эксперимента при выращивании горчицы желтой (*Brassica juncea*).

Объекты исследования. В качестве объекта исследования использовали образцы из гор. А чернозема обыкновенного карбонатного мощного среднегумусного тяжелосуглинистого на лессовидных суглинках в учхозе «Донское» ДонГАУ (Октябрьский район Ростовской области). Эти почвы отличаются большой мощностью гумусового горизонта (А+АВ = 80–120 см) при содержании гумуса в пахотном слое 3–6 %.

Методы исследования. Для изучения влияния Cu на динамику активности уреазы чернозема обыкновенного карбонатного был заложен вегетационный модельный опыт с внесением трех разных концентраций $Cu(CH_3COO)_2$. Повторность эксперимента трехкратная.

Активность фермента уреазы определялась фотоколориметрическим методом, который основан на измерении количества выделившегося аммиака, образующегося при гидролизе мочевины [1].

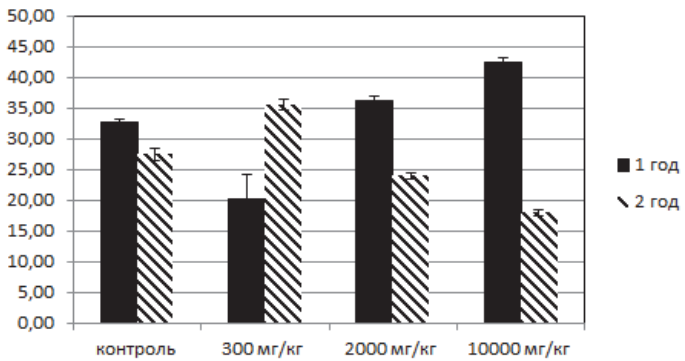


Рисунок. Изменение уреазной активности почвы в ходе модельного опыта.

Результаты исследований и обсуждение. Как видно из рисунка, в первый год эксперимента наблюдалось снижение уреазной активности при внесении 300 мг/кг Cu относительно контрольных значений и противоположный эффект при загрязнении почв 2000 и 10000 мг/кг металла.

Повышение активности фермента при увеличении дозы можно связать с нарушением микроструктуры почвы и высвобождением адсорбированных ферментов. Ко второму году проявляется более четкая зависимость уреазной активности почвы от дозы загрязнителя: при низком уровне загрязнения микробное сообщество сохраняет потенциал адаптации и активность уреазы превышает контрольные значения, а при более высоких дозах развивается угнетение деятельности микроорганизмов, ведущее к снижению активности ферментов.

Литература

Kandeler, E., & Gerber, H. Short-term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium. Biology and fertility of Soils, 6(1), 68–72. – 1988.

Работа рекомендована д.б.н., зав. кафедрой почвоведения и оценки земельных ресурсов Т.М. Минкиной.

УДК: 631.42

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ИЗОТОПНОГО СОСТАВА (^{13}C И ^{15}N) ЭКТОМИКОРИЗНЫХ ГРИБОВ

А.Г. Зуев
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
agz56@list.ru

Высшие грибы играют ключевую роль в микробиоте лесных почв, активно участвуя в трансформации и минерализации органического вещества, обеспечивая быстрый возврат питательных веществ в пищевые цепи и сети, а также снабжая растения – хозяева необходимыми минеральными элементами питания. Также хорошо описана роль грибов в процессах гумусообразования.

Несмотря на большое количество проведенных исследований, направленных на выявление как причин сапротрофно-микоризного расхождения в изотопном составе in $\delta^{15}N$ и $\delta^{13}C$ (mycorrhizal-saprotrophic division, Henn and Chapela, 2001), так и роли и места высших грибов в почвенных пищевых сетях, внутренние различия в изотопном составе отдельных экологических групп грибов описаны недостаточно полно. Многие проведенные ранее полевые исследования показали сравни-

тельно большой разброс данных в изотопном составе $\delta^{15}N$ и $\delta^{13}C$ как отдельных экологических групп грибов, так и отдельно взятых видов; значения достигали до 26 ‰ для $\delta^{15}N$ и до 4 ‰ для $\delta^{13}C$. Однако причины такого разброса в значениях для достаточно узких выборок остаются предметом дискуссий. Различия в экофизиологическом состоянии грибных организмов, описывающие внутриорганизменное фракционирование $\delta^{15}N$ и $\delta^{13}C$ остаются наиболее часто используемой гипотезой при определении причин таких расхождений.

Настоящее исследование было проведено на базе БГЦС Малинки ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН, в Московской области. Почвы данного района представлены типом дерново-подзолистых. Почвообразующая порода представлена маломощным слоем безвалунных покровных суглинков (60–80 см). Окружающие биостанцию 60-летние посадки *Picea abies* могут быть определены как мертвопокровные ельники.

Плодовые тела макромицетов были собраны в течение всего вегетативного периода и сгруппированы в возрастные ряды, состоящие из трех стадий роста (Гарибова, 2013). Каждый такой ряд включал в себя молодое (1–3 сут.), зрелое (4–6 сут.) и старое (более 7 суток) плодовые тела, выросшие в пределах одной колонии. Собранные плодовые тела относились к родам *Amanita*, *Cantharellus*, *Lactarius* и *Russula.*

Мицелий микоризных грибов был собран с использованием метода вегетационных мешочков (Wallander et al., 2001), изготовленных из полиэфирной ситовой ткани с диаметром ячеи 46 μm и заполненных кварцевым песком (0.8–1.2 мм, 98.7 % SiO_2). Выявление родства мицелия различных сроков сбора было выполнено генетически (ITS участок).

В рамках возрастных рядов плодовых тел выявлены две последовательные флуктуации изотопного состава $\delta^{15}N$ гименофора, разные по знаку: 0.45±0.15 ‰ при сравнении молодых и зрелых плодовых тел; –0.47±0.15 ‰ при сравнении зрелых и старых плодовых тел. Изменение изотопного состава, по-видимому, связано с перераспределением богатых азотом соединений при созревании спор и спороношении.

Достоверных различий в изотопном составе $\delta^{15}N$ и $\delta^{13}C$ ножек плодовых тел, а также мицелия микоризных грибов в течение вегетационного сезона выявлено не было.

Работа рекомендована д.б.н. А.В. Тиуновым.

УДК 631.465

ВЛИЯНИЕ НИКЕЛЯ И КАДМИЯ НА АКТИВНОСТЬ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ФЕРМЕНТОВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

А.В. Каплан
Санкт-Петербургский государственный университет, salutez@mail.ru

Загрязнение почв тяжелыми металлами в условиях антропогенного воздействия, приводящее к частичной или полной утрате плодородия почвенного покрова, является одной из наиболее серьезных экологических проблем нашего времени. Особенно остро эта проблема проявляется в крупных мегаполисах с высокой концентрацией промышленности, к которым относится Санкт-Петербург. Тяжелые металлы, попадая в почву, включаются в природный круговорот веществ и удаляются очень медленно при выщелачивании, эрозии и дефляции, а также потреблении растениями. Согласно литературным данным, к наиболее информативным показателям, позволяющим оценить уровень воздействия поллютантов на биологическую активность почвы, относится активность почвенных ферментов [1]. Целью настоящих исследований являлось изучение влияния никеля и кадмия на активность окислительно-восстановительных ферментов, участвующих в процессах дыхания почвенной микробиоты – каталазы и дегидрогеназы.

Полевой опыт по изучению влияния металлов на ферментативную активность почвы был заложен на территории г. Санкт-Петербурга. Объектом исследования являлась дерново-подзолистая почва. Металлы – никель и кадмий, вносили в почву в начале вегетационного сезона в концентрации от 30 до 140 мг/кг. Площадь опытных делянок – 1 м^2. Почвенные образцы отбирали с глубины 0–10 см и 10–20 см через год и через два года после загрязнения. Дегидрогеназную активность определяли методом Ленарда, основанном на восстановлении индикатора 2,3,5-трифенилтетразолия хлорида [2]. Для определения каталазной активности использовался метод Джонсона и Темпле [2], основанный на измерении скорости распада перекиси водорода, которую определяли перманганатометрическим титрованием.

Проведенные исследования показали, что кадмий и никель оказывают различное влияние на активность почвенных окислительно-восстановительных ферментов. Уровень каталазной активности не зависел ни от внесенного металла, ни от его концентрации. Для почвенных дегидрогеназ, в отличие от каталазы, была характерна общая тенденция снижения активности под действием металлов. Степень ингибирования

дегидрогеназной активности возрастала с увеличением концентрации, как кадмия, так и никеля. Ингибирование активности дегидрогеназы через год после начала эксперимента в сравнении с контролем (незагрязненной почвой) достигало 56 % в вариантах с кадмием, и 68 % в вариантах с никелем. Через 2 года активность дегидрогеназы в почве, загрязненной никелем, повысилась и, практически, сравнялась с активностью контрольного варианта. В загрязненной кадмием почве дегидрогеназная активность была по-прежнему низкой, степень ингибирования активности фермента, в зависимости от концентрации поллютанта, составила от 25 до 72 %. Ингибирующий эффект наблюдался по всей глубине изученного почвенного слоя 0–20 см. Однако в верхнем горизонте (0–10 см) токсическое действие металлов на дегидрогеназную активность проявлялось сильнее, чем в слое 10–20 см, что, по-видимому, связано с более высоким содержанием поллютантов.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о высокой чувствительности показателя дегидрогеназной активности к загрязнению почвы тяжёлыми металлами. Никель и кадмий не оказывают ингибирующего действия на каталазную активность дерново-подзолистой почвы, но подавляют активность дегидрогеназы в течение, соответственно, одного и двух лет после загрязнения. Высокий уровень ингибирования дегидрогеназной активности и продолжительность токсического действия свидетельствуют об ухудшении биологических свойств загрязненной почвы и медленном характере ее восстановления.

Литература

1. Галиулин Р.В., Галиулина Р.А. Анализ активности ферментов почв и речных донных отложений как способ диагностики хронического и аварийного загрязнения экосистем тяжелыми металлами // Агрохимия. 2010. № 5. С. 72–77.

2. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 2005. 252 с.

Работа рекомендована к.б.н., доц. Поляк Ю.М.

УДК 504.53.06

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ПОЧВЕННОЙ ЭМИССИИ CO_2 В СУКЦЕССИЯХ ЗАРАСТАНИЯ ЗАЛЕЖИ НА ДЕРНОВО-ПАЛЕВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ

Т.В. Комарова
РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва,
taniakomarova999@gmail.com

Диоксид углерода (CO_2) является основным парниковым газом, который выделяется почвой. Эмиссия почвой CO_2 является показателем весьма динамичным, сильно варьирующим как в пространстве, так и во времени. Выделение CO_2 с поверхности почвы определяется биологической деятельностью микроорганизмов и растений. Также эмиссия CO_2 зависит от температуры воздуха и почвы и влажности почвы. Хозяйственная деятельность человека приводит к сокращению площади лесов, нарушению естественного почвенного покрова и, как следствие, необратимым изменениям потоков и запасов углерода.

Целью данного исследования являлось проведение комплексных экологических исследований почвенных потоков CO_2 на представительных объектах разновременной залежи с дерново-палево-подзолистыми почвами в условиях Центрально-Лесного заповедника.

Исследования проводились на 5 участках разновременных залежей:

1. залежь с травостоем;
2. залежь, заросшая лесом возрастом 10–15 лет;
3. залежь, заросшая лесом возрастом 20–30 лет;
4. березняк возрастом 80–100 лет;
5. ельник возрастом старше 120 лет.

Все рассматриваемые участки находятся на территории, не превышающей 300 метров в сопоставимых геоморфологических и литологических условиях, что позволяет давать полноценные оценки влияния зарастания залежи на потоки парниковых газов.

Сезонные измерения CO_2 проводились с помощью мобильного газоанализатора Li-820 методом напочвенных экспозиционных камер, с параллельным измерением температуры воздуха, температуры и влажности почвы. Для оценки качества почв и их пулов углерода отобранные почвенные образцы анализировались в лаборатории.

Измерения сезонной динамики почвенных потоков CO_2 проводились в период с июня 2016 года по май 2017 года и показали значительную сезонную изменчивость почвенной эмиссии CO_2. Летний период является периодом наиболее интенсивных почвенных потоков CO_2

в умеренном климате. Интенсивность почвенных потоков CO_2 определяется динамикой температуры и влажности почвы, а также их сочетанием. При оптимальном соотношении температуры и влажности эмиссия CO_2 максимальна; установлена прямая корреляционная зависимость почвенных потоков CO_2 от температуры почвы (К: от 0.83 до 0.93), а также обратная корреляционная зависимость от влажности почвы (К: от –0.23 до –0.65). Наиболее интенсивные почвенные потоки CO_2 зафиксированы на залежи с травостоем: максимальная эмиссия CO_2 составляла 46–47 г $CO_2/м^2$ в сутки, что значительно выше интенсивности почвенных потоков CO_2 на залежи, заросшей лесом возрастом 10–15 лет (35–36 г $CO_2/м^2$ в сутки). А наименьшая эмиссия CO_2 (25–26 г $CO_2/м^2$ в сутки) характерна для экосистемы ельника неморального возрастом старше 120 лет.

Также важно отметить ярко выраженную как в пространстве, так и во времени суточную динамику почвенной эмиссии CO_2. Суточная динамика должна учитываться при оценке сезонных потоков парниковых газов и баланса углерода.

То есть с увеличением возраста залежи происходит значительное снижение эмиссии CO_2, наблюдается стабилизация запасов органического углерода в почве с увеличением растительных и почвенных пулов углерода, что является важной составляющей регионального стока из атмосферы.

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

УДК 631.46

ИЗУЧЕНИЕ МИКРОБНЫХ АССОЦИАЦИЙ В РИЗОСФЕРЕ И ФИЛЛОПЛАНЕ КУКУРУЗЫ (*ZEA MAYS* L.), ВОЗДЕЛЫВАЕМОЙ В УСЛОВИЯХ МОНОКУЛЬТУРЫ И СЕВООБОРОТА

П.С. Королев
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
petrkorole@googlemail.com

В современном мировом производстве зерновых культур кукуруза является одной из наиболее возделываемых и продуктивных культур. Она играет значительную роль в решении задач продовольственной безопасности, так как имеет преимущества в сравнении с другими культурами. Так, например, особое внимание уделяется микробным сообществам, находящимся в симбиозе с растением. Механизмы, вызывающие устойчивость таких взаимодействий, не достаточно изучены, а систематических

сравнительных исследований микробоценозов почв и растений при выращивании кукурузы в монокультуре и в севообороте не проводили.

Целью работы было определение структуры микробных сообществ ризосферы и филлопланы кукурузы и сравнение их влияния на произрастание кукурузы при ее возделывании в монокультуре и севообороте. Для этого были поставлены следующие задачи: выделить микроорганизмы основных физиологических групп из ризосферы и филлопланы кукурузы и реконструировать состав микробного сообщества филлопланы методом газовой хроматографии – масс-спектрометрии (ГХ-МС). Объектами исследования были почвы двух длительных полевых опытов Воронежского филиала ГНУ ВНИИ кукурузы, на которых культуру выращивали в десятипольном севообороте и в монокультуре. Для изучения микробиологических характеристик почвы опыта были отобраны образцы из пахотного слоя. Численность бактериального комплекса исследовали методом посева на питательный агар (ПА), среду Эшби и крахмалоаммиачный агар (КАА) в 3-кратной повторности. Посевы проводили из разведений 10^4–10^6. Культивировали в термостате при температуре 28 °С. Для оценки численности микроорганизмов филлопланы использовали метод ГХ-МС. Для подсчета численности микроорганизмов на питательных средах представили в числе КОЕ (колониеобразующих единиц) на 1 г воздушно-сухой почвы, после был рассчитан коэффициент минерализации.

Под посевами кукурузы сложился устойчивый микробный комплекс. Физиологические группы микроорганизмов ризосферы были экспонированы аэробными азотфиксирующими бактериями. Их численность в севообороте и монокультуре составляла $1.3\pm0.12\cdot10^6$ и $2.8\pm0.9\cdot10^6$ КОЕ. При посеве на крахмалоаммиачный агар преобладали актиномицеты, подавляющие фитопатогенные бактерии и грибы. На основании их высокого содержания можно судить о хорошем фитосанитарном состоянии почвы. Численность аммонификаторов в севообороте была выше, чем в монокультуре. Можно предположить, что в почве в условиях возделывания культур в севообороте преобладала аммонификация. Это можно подтвердить относительно низким коэффициентом минерализации. В то время как коэффициент минерализации значительно выше в монокультуре, что может говорить об увеличении численности автохтонных микроорганизмов в монокультуре, которые извлекают питательные вещества из гумуса. Это негативно влияет на почвенные свойства, в первую очередь на плодородие. На основании полученных данных был сделан вывод, что длительное возделывание кукурузы в монокультуре вело к уменьшению почвенного плодородия.

Работа рекомендована д.б.н. проф. Н.В. Верховцевой.

УДК 631.466.1

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, МОДЕЛИРУЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ МАРСА, НА МИКОБИОТУ ПУСТЫННЫХ ПОЧВ

М.О. Крючкова
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
margo_kruchkova@mail.ru

«Почвоведение – мост между науками», таков лозунг, под которым проходят нынешние XXI Докучаевские молодежные чтения. В данном исследовании речь пойдет о связи биологии почв и астробиологии.

Астробиология – наука, изучающая вопросы происхождения жизни и распространения ее во Вселенной. Так каким же образом астробиология связана с биологией почв? Дело в том, что организмы, развивающиеся в экстремальных условиях, например в пустынных почвах, вероятно, обладают механизмами устойчивости, а значит, интересны для астробиологов как модельные объекты. Могут ли эти организмы сохранять жизнеспособность в инопланетных условиях?

Целью данного исследования был анализ изменения разнообразия микобиоты пустынных почв после воздействия физических факторов (низкая температура, низкое давление и ионизирующее излучение 100 кГр и 1 МГр).

В качестве объектов исследования выбрали образцы верхних гумусовых горизонтов двух пустынных почв: серозема (пустыня Негев, Израиль, Aridic Calcisols) и серо-коричневой (горная пустыня Марокко, Xerosols). Обе почвы имеют щелочную реакцию среды, однако серозем более богат органическим веществом и более засолен (хлоридно-содовое засоление).

Моделирование условий проводили в Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе (Санкт-Петербург). Облучение осуществляли при температуре –50 °С и давлении в 1 торр. Образец серозема получил суммарную дозу 100 кГр, а образец серо-коричневой почвы – 1 МГр.

Грибную биомассу в образцах до и после облучения изучали методом люминесцентной микроскопии при окрашивании калькофлюором белым и акридином оранжевым. Структуру и состав сообществ анализировали методом посева почвенных суспензий на твердые питательные среды Чапека и щелочной агар.

Численность грибных пропагул в исходных почвенных образцах составляла 10–100 тыс. КОЕ/г. Для серо-коричневой горной пустынной почвы из Марокко была характерна более высокая численность и большее суммарное видовое разнообразие по сравнению с сероземом из пустыни Негев.

Облучение серозема дозой в 100 кГр оказало активирующее воздействие на микобиоту: отмечено возрастание содержания биомассы грибных спор и мицелия, возрастание на два порядка численности жизнеспособных грибных колониеобразующих единиц (КОЕ), увеличение в 1.5 раза выделяемого видового разнообразия грибов, что проявилось в выделении ряда видов, не встречавшихся в исходных образцах.

Облучение горной почвы более высокой дозой в 1 МГр привело к уменьшению содержания грибной биомассы, к сокращению разнообразия грибных сообществ, подавлению роста многих видов.

В результате данного исследования было показано, что при воздействии крайне высоких доз ионизирующего излучения при низких температуре и давлении, имитирующем условия существования на Марсе, жизнеспособность почвенных грибных сообществ, сформировавшихся в экстремальных условиях Земных пустынных почв, – сохраняется. Однако в результате кардинально изменяются биоразнообразие и структура сообществ. После облучения выживают наиболее устойчивые виды микроскопических грибов *(Aspergillus fumigatus, A. niger)*, происходит активация развития ряда редких или покоящихся видов грибов.

Работа рекомендована к.б.н. Е.А. Воробьевой и к.б.н. А.Е. Ивановой.

УДК 631.427

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТУВИНСКИХ КАШТАНОВЫХ АГРОПОЧВ

А.А. Куулар, А.С. Лопсан, Ш.К. Донгак
Тувинский государственный университет, г. Кызыл,
kuular.aylana@list.ru, lopsanartysh@yandex.ru, shenneshka01@icloud.com

Тува – горная страна. Экстремальные климатические условия на территории оказывают негативное воздействие не только на человека, но и на процессы других живых организмов. Почва – это среда для множества организмов. Нарушение экосистем происходит в процессе сельскохозяйственной деятельности человека. При выращивании сельскохозяйственных культур плодородие почвы зависит главным образом от активности полезной микрофлоры и других компонентов почвенной биоты. *Целью нашей работы* – изучение биологической активности зональных каштановых агропочв.

Объекты и методы исследования. Исследования проводили в 2016–2017 гг., объектами стали почвы Чаа-Хольского р-на: пахотного, сенокосного и пастбищного использования, а также залежи. Для определения целлюлозной активности почвы использовали аппликационный

метод. В почву на глубину 0–20 см на весь вегетационный период заложили льняную ткань. Через 90 дней льняное полотно осторожно извлекли, отмыли, высушили и взвесили. Полученные данные были обработаны статистическими методами с использованием программных пакетов Microsoft Excel и Statistica.

Результаты и их обсуждение. Климат Чаа-Хольского р-на резко континентальный, с частыми повторениями засух в вегетационный период. Лето короткое и жаркое. Зима длинная (150–170 дней) с сильными морозами. Осадков выпадает мало 250–300 мм. Безморозный период длится в среднем 100–120 дней.

Каштановый тип почв является господствующим в этом районе и представлен темно-каштановыми, каштановыми и светло-каштановыми легкими почвами. Характерная особенность почв степных районов – податливость их ветровой эрозии. Растительный покров отличается большой специфичностью, но в основном преобладает полынно-злаковая, холодно-полынно-типчаковая и злаково-разнотравная.

Активность почвенной биоты почв тесно связана с содержанием и распределением по профилю гумуса, органического вещества, который является основой для жизнедеятельности живых организмов. Среднее содержание гумуса в пахотном слое темно-каштановых почв 3.41±0.10, каштановых почв 2.34±0.15 и светло-каштановых – 1.82±0.11. По профилю гумус резко снижается и на глубине 50–60 см его в 3.4 раза меньше. Это можно объяснить тем, что основная масса органического вещества в виде корней и опада находится в верхней части профиля почв. Поэтому продукты гумификации закрепляются в этой части профиля и поэтому каштановые почвы региона имеют небольшую мощность гумусированного слоя в профиле (18–22 см).

Интенсивность разрушения клетчатки в каштановой почве на пашне составила 75 %, залежи – 79 %, на сенокосных угодьях – 49 % и пастбищных 44 %. Средняя активность целлюлозоразрушительных организмов в почве наблюдается в сенокосных и пастбищных ценозах, и высокая – в агроэкосистемах. Вероятно, это связано с тем, что в окультуренных почвах выше активность микроорганизмов, чем на целине. Естественные сенокосы и пастбища имеют большую плотность сложения верхнего слоя почвы, меньшую воздухопроницаемость и содержания свежего органического вещества, чем пахотные почвы.

Таким образом, тувинские степные каштановые агропочвы различного сельскохозяйственного использования по степени интенсивности разрушения клетчатки выстраиваются в следующий убывающий ряд: залежь > пашня > сенокосы > пастбища.

Работа рекомендована д.б.н., проф. ТувГУ В.Н. Жулановой.

УДК 581.192.8

ВЛИЯНИЕ КРЕМНИЯ НА МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ ОГУРЦА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОДЕРЖАНИЯ В ПОЧВЕ КАРБОНАТА КАЛЬЦИЯ

К.А. Лукина
Санкт-Петербургский государственный университет
ksusha.lukina.1995@mail.ru

Кремний является одним из самых распространенных элементов в земной коре [1, 2]. По различным данным общая концентрация кремния в глинистых почвах составляет 20–300 г/кг, а в песчаных 450–480 г/кг. В настоящий момент, кремний относят к полезным элементам питания растений. При содержании доступных форм кремния в среде повышается устойчивость растений к грибным и бактериальным заболеваниям, действию засоления и засухи, ультрафиолетового излучения и тяжелых металлов [1, 3, 4, 5]. Кроме того, кремний в форме монокремниевой кислоты способен повышать устойчивость растений к дефициту железа в условиях гидропоники [6, 7]. Вместе с тем влияние монокремниевой кислоты на рост растений в почвенных условиях изучено недостаточно.

Задача настоящей работы – изучение влияния кремния на минеральное питание растений в почвенных условиях в зависимости от содержания в почве карбоната кальция ($CaCO_3$), влияющего, как известно, на биологическую доступность многих микроэлементов.

Объект исследования – растения огурца (*Cucumis sativus* L.) сорта Феникс, выращенные в гумусовом горизонте дерново-подзолистой супесчаной почвы (Меньково, Ленинградская обл.). Мобильность микроэлементов в почве варьировали путем привнесения $CaCO_3$, имитация условий карбонатных почв) из расчета 5 % от сухой массы почвы. Кремний вносили в почву в виде монокремниевой кислоты [$Si(OH)_4$] из расчета 2.5 и 5 мМ на 1 кг сухой почвы. Концентрацию элементов питания в образцах почв и растений (ксилемный сок, листья, стебли) измеряли с помощью атомно-абсорбционного спектрометра «МГА-915» (Люмэкс, Россия) и оптически-эмиссионного спектрометра с индуктивно-связанной плазмой «ICPE-9000» (SHIMADZU, Япония).

Внесение карбоната кальция вызвало увеличение значений pH почвы, а также уменьшение в ней концентрации водорастворимых форм микроэлементов (Fe, Mn, Zn) и монокремниевой кислоты. В результате поступление перечисленных микроэлементов и кремния в побеги резко снижалось, а сухая биомасса побегов уменьшалась. Внесение моно-

кремниевой кислоты стимулировало поступление железа в листья, а также марганца в листья и стебли растений огурца, выращенных в почве без карбоната кальция. На фоне карбоната кальция положительный эффект кремния не проявлялся. Элиминирование карбонатом кальция биологического действия кремния может быть результатом усиления сорбции монокремниевой кислоты известкованной почвой и, как следствие, уменьшением доступности кремния растениям.

Литература

1. *Epstein E.* Silicon. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. 1999. No. 50, 641–664.

2. *Ma J.F.* Plant root responses to three abundant soil minerals: silicon, aluminum and iron. Critical Reviews in Plant Sciences. 2005. No. 24, 267–281.

3. *Ma J.F.* Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. Soil Science and Plant Nutrition. 2004. No. 50, 11–18.

4. *Hattori T., Inanaga S., Araki H., An P., Morita S., Luxova M., Lux A.* Application of silicon enhanced drought tolerance in Sorghum bicolor. Physiologia Plantarum. 2005. Vol. 123, Issue 4, pp. 459–466.

5. *Liang Y., Sun W., Zhu Y.-G., Christie P.* Mechanisms of silicon-mediated alleviation of abiotic stresses in higher plants: a review. Environ Pollut. 2007. 147 (2), 422–428.

6. *Pavlovic J., Samardzic J., Masimovi V., Timotijevic G., Stevic N., Laursen K.H., Hansen T.H., Husted S., Schjoerring J.K., Liang Y., Nikolic M.* Silicon alleviates iron deficiency in cucumber by promoting mobilization of iron in the root apoplast. New Phytologist. 2013. Vol. 198, Issue 4, pp. 1096–1107.

7. *Bityutskii N., Pavlovic J., Yakkonen K., Maksimovic V., Nikolic M.* Contrasting effect of silicon on iron, zinc and manganese status and accumulation of metal-mobilizing compounds in micronutrient-deficient cucumber. Plant Physiology and Biochemistry. 2014. No. 74, 205–211.

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

Исследования проведены с использованием оборудования ресурсного центра «Методы анализа состава вещества» научного парка СПбГУ.

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

УДК 631.4

АКТИВНОСТЬ И ХАРАКТЕРИСТИКА ЦЕЛЛЮЛОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ ПОЧВЕННЫХ АКТИНОМИЦЕТОВ

А.А. Никандрова
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
arinanikandrova@mail.ru

В последнее время возрос интерес к ферментативному разложению целлюлозной биомассы, которая является распространенным, возобновляемым и относительно недорогим природным ресурсом. Целлюлоза имеет широкое применение в текстильной, целлюлозно-бумажной, пищевой и сельскохозяйственной промышленности. В силу ее коммерческой значимости, больших запасов и сложной структуры, актуальным направлением является изучение ферментативной деструкции целлюлозной биомассы. Основным деструктором является фермент целлюлаза, который относится к классу гидролитических ферментов. Различные грибы и бактерии используются для производства целлюлолитических ферментов с применением разных субстратов. При этом сравнение целлюлолитической способности бактерий и грибов показывает, что грибы имеют больше целлюлолитического потенциала, чем бактерии. Однако бактерии также применяются для получения целлюлаз, и актиномицеты не исключение. Они являются потенциальными производителями целлюлолитического комплекса ферментов и участвуют в распаде целлюлозной биомассы, которая является основным источником глюкозы. Поэтому процесс микробной деструкции целлюлозы также достаточно эффективен.

Целью работы было исследование активности и характеристик целлюлаз, выделенных из культуральных жидкостей двух актиномицетных штаммов – *Amycolatopsis sp. strain A23* и *Streptomyces sp. strain Pe6*. Белковые фракции из этих культуральных жидкостей осаждались $(NH_4)_2SO_4$ различной концентрации. Для визуализации активности целлюлолитических ферментов использовался метод зимографии, основанный на электрофорезе образцов в полиакриламидном геле с добавлением карбометилцеллюлозы, которая является субстратом для выделенных целлюлаз, с последующим окрашиванием Конго красным. Опыт показал, что активность целлюлаз, полученных из культуральной жидкости штамма *Pe6* намного выше, чем из штамма *A23*, так как полосы деструкции субстрата контрастнее и выражены в большей степени. Также исследовалось влияние температуры на активность целлюлолитических ферментов. Для этого было взято два образца штамма *Pe6*, один из кото-

рых нагревался до 95 °С в течение 5 минут. При этом белок, из которого состоит фермент, денатурирует, но не полностью, и имеет способность к ренатурации. Зимография показала, что активность нагретого образца меньше, так как полоса в полиакриламидном геле, образовавшаяся после распада карбометилцеллюлозы, была менее контрастная.

В качестве исследуемой характеристики выделенных целлюлолитических ферментов была взята молекулярная масса. Определяли ее с помощью электрофореза в 12.5 % полиакриламидном геле без добавления карбометилцеллюлозы с последующим окрашиванием красителем Coomassie Blue R250. При сравнении полученных полос от образцов с белковыми маркерами молекулярных масс можно сделать вывод, что молекулярные массы выделенных целлюлолитических ферментов находятся в пределах от 50 до 70 kDa.

Данные, полученные в ходе работы, показывают, что целлюлолитические ферменты, выделенные из разных штаммов почвенных актиномицетов, различны по своей активности, и такой внешний фактор, как температура, также может оказывать влияние на ферментативную активность целлюлолитического комплекса.

Работа рекомендована, к.б.н., с.н.с. М.В. Бирюковым.

УДК 631.461.416.4(470.630)

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ЦЕЛЛЮЛОЗОРАЗРУШАЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ НА ЕСТЕСТВЕННЫХ И АНТРОПОГЕННО ПРЕОБРАЗОВАННЫХ БИОГЕОЦЕНОЗАХ ЧЕРНОЗЕМОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

А.М. Никифорова, В.И. Фаизова, Д.В. Калугин
Ставропольский государственный аграрный университет,
nikiforova2013@mail.ru

Клетчатка, являясь одним из основных компонентов органических остатков, оказывает существенное влияние на процесс формирования биологических свойств почвы. В ходе преобразования клетчатки участвуют грибы, актиномицеты и бактерии. Жизнедеятельность микроорганизмов, разрушающих целлюлозу, осуществляется в условиях достаточного количества азота. При этом бактериям требуется более обильное насыщение почвы азотом, чем грибам. Микромицеты, разлагающие целлюлозу, весьма разнообразны, но основная их масса развивается медленно и использует незначительное количество азота.

Объектом наших исследований являются основные подтипы черноземов Центрального Предкавказья: южные, обыкновенные, выщелоченные (образованы на лёссовидных суглинках), солонцеватые и солонцевато-слитые (образованы на элювии майкопских глин морского генезиса) сопряженных участков целины и пашни. Отбор почвенных образцов и лабораторные исследования проводились в сезонной динамике по основным фазам вегетации озимой пшеницы: осеннее, весенние кущение, выход в трубку, цветение, молочная спелость, после уборки культуры. На целинных участках исследования проводились в те же сроки, что и на пашне. Целинная растительность представлена разнотравно-злаковыми ассоциациями, на пашне высевалась озимая пшеница.

Анализируя сезонную динамику численности целлюлозоразрушающих микроорганизмов на чернозёме южном, установили, что осенью на целине исследуемый показатель составляет 74 тыс. КОЕ на 1 г и снижается к весеннему периоду в 1.5 раза. В сроки, когда на пашне пшеница проходила фазу выхода в трубку на целине наблюдается увеличение исследуемого показателя более чем в 2 раза. Это увеличение (до 119 тыс. КОЕ на 1 г) продолжается и к моменту, когда на пашне озимая пшеница проходила фазу цветения. В дальнейшем количество микробов не претерпевает значительных изменений. На пашне наблюдалась та же закономерность, за исключением послеуборочного периода. В это время количество целлюлозоразрушающих организмов максимально и возрастает до 248 тыс. КОЕ/1 г. Разница между максимальным и минимальным показателем, который приходится на фазу весеннего кущения, составляет 9.9 раз. Аналогичная картина прослеживается на черноземах обыкновенном обычном и выщелоченном. Можно лишь отметить, что на этих подтипах черноземов в летний послеуборочный период количество микроорганизмов наибольшее по сравнению с другими фазами вегетации. Исключения составляют только годы, в которые в это время проявлялась почвенная засуха. На чернозёме обыкновенном солонцеватом численность целлюлозоразрушающей микрофлоры на целине очень динамична по срокам исследований. Не наблюдается выявленной на пашне закономерности и количество микроорганизмов может снижаться в период, когда озимая пшеница проходит критические фазы развития. К тому же полученная величина на целине значительно превосходит аналогичный показатель на пашне. На пашне чернозёма обыкновенного солонцевато-слитого можно наблюдать снижение количества целлюлозоразрушающих микроорганизмов в послеуборочный период. Это не согласуется с выявленной закономерностью на других подтипах чернозёмов. Данные различия можно объяснить только значительными различиями в показателях физических свойств почвы

на различных подтипах. Чернозёмы солонцеватые и тем более солонцевато-слитые, образованные на элювии майкопских глин, имеют узкий интервал оптимальной влажности, поэтому незначительное иссушение или переувлажнение приводит к резкому снижению аэрации и возникновению анаэробиоза.

Таким образом, наличие влаги является решающим фактором в развитии данной физиологической группы микроорганизмов. На чернозёмах обыкновенном карбонатном, обычном и выщелоченном наблюдается та же закономерность, но при более значительных различиях между минимальными и максимальными показателями. Количество целлюлозоразрушающих микроорганизмов на целине в различные годы проведения исследований колеблется на черноземе южном от 53 до 159 тыс. КОЕ/1 г, на обыкновенном карбонатном – от 83 до 337 тыс. КОЕ/1 г, на обыкновенном обычном – от 78 до 237 тыс. КОЕ/1 г, на выщелоченном – от 73 до 252 тыс. КОЕ/1 г, на солонцеватом – от 51 до 136 тыс. КОЕ/1 г и на черноземе солонцевато-слитом от 56 до 90 тыс. КОЕ/1 г. На пашне под различными культурами происходит увеличение численности микроорганизмов в среднем в 1.2–1.6 раза на чернозёмах южных, обыкновенных и выщелоченных. На солонцеватых и солонцевато-слитых черноземах численность изучаемой группы микроорганизмов, напротив, ниже в 1.5–3.8 раза.

УДК 631.466.3(571.54)

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ ЖЕЛЕЗА НА РОСТ КУЛЬТУРЫ ПОЧВЕННЫХ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ

В.И. Педранова
Иркутский государственный университет, vpedranova@mail.ru

Материалы нанотехнологии сегодня все больше получают применение в различных областях промышленности и медицины. В то же время, негативное воздействие наночастиц и их продуктов на окружающую среду и такое их свойство как, токсичность недостаточно изучены. Более детальное изучение влияния наноматериалов на объекты окружающей среды позволит смягчить последствия того вреда природе, который может нанести стремительно развивающаяся нанопромышленность.

В данной работе были изучены токсические свойства электростатически стабилизированных водных суспензий магнитные наночастицы (МНЧ) оксида железа γ-Fe_2O_3, синтезированных методом лазерного испарения. Экспериментальные концентрации железа варьировались от 0 ПДК (контроль) до 1000 ПДК (1 ПДК – это 0.3 мг/л общего железа). В качестве тест объекта был использован почвенный штамм однокле-

точной зеленой водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer). Микроскопические одноклеточные зеленые водоросли являются типичными обитателями почв, часто образуют зеленый налет на ее поверхности в периоды активного размножения. От водных штаммов отличаются меньшими размерами и более высокими адаптационными способностями.

Водоросли росли в жидкой питательной среде Бенеке с добавлением МНЧ (опытные варианты), либо на той же среде, но без МНЧ (контроль). Время экспозиции составляло от 24 до 168 часов (1 неделя). По истечении каждого периода экспонирования проводили подсчет посева в жидкой питательной среде при помощи камеры Гаряева. Учитываемые показатели: количество клеток до и после экспонирования. Было установлено, что в контрольном варианте при концентрациях 10–1000 ПДК при экспозиции от 0 до 48 ч., динамика роста хлореллы примерно одинакова. После 48 ч. во всех вариантах зафиксированы тенденции выхода в стадию роста. Это больше видно в контрольном варианте и варианте при концентрации 10 ПДК. Тогда, как клетки, при той же экспозиции в суспензии 100 ПДК рассматривалась тенденция в стадию гибели после 24 ч., но к 144 ч. их количество увеличивается (рис.).

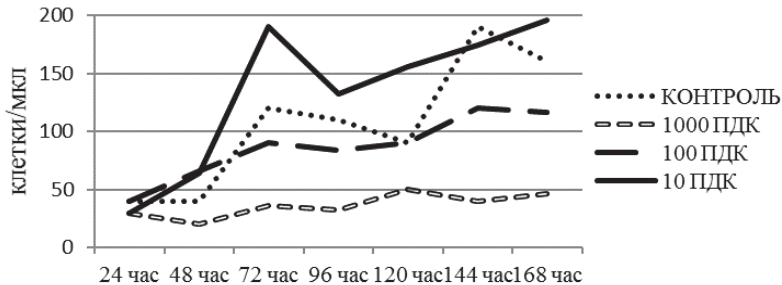


Рисунок. Динамика роста культуры почвенной микроводоросли в эксперименте.

При концентрации 1000 ПДК различия с контролем составляют от 3–5 раз. Высоко стимулирующий эффект демонстрирует концентрация железа в 10 ПДК. Практически через сутки после начала обработки штамма обнаруживается высокая концентрация клеток. Это действие сохраняется на протяжении всего периода наблюдения.

Полученные результаты свидетельствуют, что концентрация 100 ПДК характеризуется, как умеренно токсичная, а концентрация 1000 ПДК – как токсичная, 10 ПДК оказывает стимулирующий эффект на рост почвенного штамма.

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

УДК 631.46:631.83

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ХЛОРИДА КАЛИЯ В СОСТАВЕ УДОБРЕНИЙ

А.А. Писакин, Н.А. Бармина
Московский государственный университет,
pisakinaleksandr@gmail.com, barmina9519@gmail.com

Калий является одним из трех основных элементов минерального питания растений. Соответственно проводятся эксперименты по повышению эффективности применения калийных удобрений. В ходе проведения вегетационного опыта на ячмене был обнаружен неожиданный эффект снижения биомассы растений при применении калийных удобрений в стандартных дозах в форме хлорида калия совместно с азотно-фосфорными. В качестве объекта использовался чернозем обыкновенный, длительное время не находившийся в сельскохозяйственном использовании, с высоким содержанием гумуса, нейтральной реакцией среды, высоким содержанием обменного калия и средним – фосфора. Обычно применение калийных удобрений на плодородном черноземе малоэффективно, но на практике обнаружился не просто минимальный, а отрицательный эффект воздействия. Это было видно по сокращению биомассы ячменя в первую половину вегетации и сопровождалось снижением содержания азота и фосфора в растениях.

Можно было бы предположить, что снижение продуктивности было вызвано засолением почвы избытком хлора в результате применения хлорида калия. Однако по результатам анализа водной вытяжки почвы ни один из образцов почвы с различными вариантами удобрений не превысил порог минимального засоление хлором. Максимальное содержание хлора наблюдалось в почве на 20 сутки вегетационного периода (6.0 мг/100 г), и со временем содержание хлора в водной вытяжке уменьшалось. Помимо хлоридов, в составе анионов легкорастворимых солей в сопоставимых количествах присутствовали и нитраты. Их содержание было также максимальным в начальный период вегетации и могло влиять на полученный эффект. Были проведены также исследования по эмиссии углекислого газа из образцов почвы с разными вариантами внесения минеральных солей, отобранных после проведения вегетативного опыта, по методу инициированной микробной сукцессии, которая измерялась при помощи газового хроматографа во флаконах. Первоначальные исследования показали, что под влиянием хлорида калия произошло снижение эмиссии CO_2 из почвы практически в два раза.

Мы решили продолжить исследования по изучению биологической активности почвы. Были получены данные по активности денитрификации в анаэробных условиях в ранее исследованных образцах. Под влиянием хлоридов и нитратов она так же значительно понизилась (в динамике с 0.76 мкмоль до 0.23 мкмоль N_2O/г почвы). Аналогичным методом был проведен также лабораторный опыт по моделированию токсического эффекта хлоридов и нитратов на эмиссию CO_2 в новых образцах почвы из вегетационного эксперимента отобранных через 45 суток вегетации ячменя. Снижение эмиссии CO_2 составляло уже не более 10 %, но при внесении нитратов и снижении влажности почвы до 40 % от полной влагоемкости эффект диагностировался более рельефно. Эти данные подтверждают предшествующие результаты и указывают на важную роль высушивания почвы при выращивании растений и при подготовке образцов к анализам. Так же было выявлено снижение содержания в почве доступного фосфора на 1 мг P_2O_5/100 г почвы при совместном внесении хлоридов и нитратов.

Полученные результаты позволяют предполагать, что негативный эффект на растения коррелирует с эмиссией почвенных газов, косвенным признаком изменения физиологической активности микроорганизмов. Этот эффект является результатом сложных взаимодействий хлорида калия с разными компонентами системы: растение – минеральные соли – неживая часть почвы – микроорганизмы. Мы предполагаем, что совместное присутствие в почве солей нитратов и хлоридов снижало микробиологическую активность, что сопровождалось уменьшением содержания в почве доступных форм азота и особенно фосфора и соответственно снижением поступления этих элементов в растения.

Работа рекомендована к.б.н. К.В. Павловым.

УДК 631.4

МИНЕРАЛЬНЫЕ И ОРГАНИЧЕСКИЕ ФОСФАТЫ В КУЛЬТУРНЫХ СЛОЯХ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ

А.В. Потапова
Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, asay-potapova_chehov@rambler.ru

На современном этапе развития археологической науки нельзя получить целостную картину бытовой и производственной деятельности древнего населения без привлечения методов почвоведения и других естественных наук. Важность такого рода комплексных междисциплинарных исследований особенно возрастает при решении вопросов

формирования культурного слоя памятников, реконструкции инфраструктуры поселений и организации пространства на территории археологических памятников и за его пределами.

Оценка содержания фосфора относится к числу наиболее информативных и достоверных методов, используемых в археологической практике. Как известно, фосфаты в культурном слое могут иметь биологическую природу и накапливаться в результате поступления в почву остатков пищи, бытовых отходов, экскрементов и других органических субстратов («органический» фосфор), либо поступать с золой и костями («минеральный» фосфор). Определение валового фосфора не позволяет получить представление о его природе и, соответственно, искажает истинную картину жизнедеятельности древнего человека.

Объектом для комплексных археологических и почвенно-микробиологических реконструкций послужило поселение среднедонской катакомбной культуры эпохи средней бронзы Ксизово-1, расположенное вблизи южных окраин с. Ксизово Задонского района Липецкой области. Поселение может быть датировано третьей четвертью III тыс. до н.э. В процессе раскопок отбирались образцы культурного слоя из каждого квадратного метра на разной глубине. В настоящее время отобрано более 1000 образцов с разных уровней залегания культурного слоя на площади более 270 м^2.

Культурный слой, сложенный серо-бурым суглинком, выявлен под толщей природных отложений на глубине 1.95–2.2 м от современной поверхности. Массовый археологический материал в виде развалов сосудов, скопления фрагментов лепной посуды и костей животных тяготел к нижней части культурного слоя.

В результате анализов образцов из каждого квадратного метра слоя было построены площадные диаграммы распределения органического и минерального фосфора.

Исходя из полученных данных, можно сказать, что горизонт 1, соответствующий первым находкам археологического материала, сформирован эрозионными процессами и наносами уже после прекращения функционирования памятника. В горизонте 2 встречаемость археологического материала увеличивается, встречаются редкие вкрапления прокалов, по мере углубления интенсивность их увеличивается. Наиболее информативным для почвенно-археологических реконструкций является горизонт 3. В этом слое значения pH, содержание валового и минерального фосфора, а также магнитной восприимчивости значительно больше, чем в выше- и нижележащем слое. Высокие значения содержания валового фосфора и, в первую очередь, минеральных форм

фосфора объясняются поступлением фосфатов в почву в виде золы, что подтверждается наличием в этом слое ряда прокалов от очагов. Такие прокалы сосредоточены в основном в слое 3, но следы некоторых прокалов видны и в горизонте 4. Судя по наиболее высоким показателям pH, содержанию валового и минерального фосфора и археологического материала именно слой 3 связан с периодом наиболее активного функционирования поселения. В нижележащем горизонте 4 отмечено лишь некоторое увеличение содержания минерального фосфора, связанное с его проникновением из вышележащего горизонта.

Работа рекомендована к.б.н., в.н.с. ИФХиБПП РАН А.В. Борисовым.

УДК 631.46

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

В.О. Пыркин
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
vladisluw@yandex.ru

В современном мире лесные пожары играют большую роль во многих биосферных процессах, оказывают влияние на здоровье населения и социально-экономическую обстановку. На данный момент наблюдается тенденция в исследованиях, которая заключается в изучении влияния пожаров на экосистемы непосредственно после воздействия пирогенного фактора, но остается малоизученным изменение экологических сервисов в течение нескольких лет после прохождения. В связи с этим, целью данного исследования было изучение биологической активности основных типов почв Европейской части России, подверженных влиянию пожаров 2010 г. В соответствии с целью были поставлены следующие задачи: Изучение активности процессов трансформации азота и в почвах на участках подверженных пожарам. Сравнение биологической активности почв на горелых и не горелых участках. Оценка изменения численности бактерий и длины грибного мицелия в почвах под действием пожаров. Объектами данного исследования послужили образцы 9 основных типов почв Европейской части России.

В данном исследовании было подтверждено влияние пирогенного фактора на биологическую активность почв. Во-первых, активность актуальной и потенциальной азотфиксации снижается под действием пирогенного фактора, самые значительные изменения наблюдаются

в южных почвах – карболитозёмах и коричневой почве, и в северных почвах – петрозёмах. Также было отмечено некоторое увеличение активности актуальной и потенциальной денитрификации, в карболитозёмах и дерново-подзолистых почвах зарегистрировано наибольшее влияние пирогенного фактора на активность денитрификации. В совокупности, столь длительное (до 5 лет) изменение активности процессов трансформации азота может приводить к снижению запасов азота на горелых участках. Во-вторых, снижается эмиссия углекислого газа, данная тенденция отмечается почти во всех изученных почвах. Максимальное уменьшение потоков CO_2 было обнаружено в дерново-подзолистых почвах и петрозёмах. Также в исследованных почвах под воздействием пожаров увеличивалась эмиссия метана, являющегося одним из основных парниковых газов. Максимальное увеличение потоков CH_4 из почв было отмечено в петрозёмах. В-третьих, отрицательное воздействие пожар оказывает на численность бактерий, которое было отмечено почти во всех образцах, а в карболитозёмах и дерново-подзолистых почвах – снижение бактериальной биомассы было максимальным. Стимулирующее действие пожара отмечалось лишь в увеличении грибной биомассы. Максимальное увеличение длины грибного мицелия отмечается в карболитозёмах и дерново-подзолистой почве.

Отмеченные изменения биологических свойств изученных почв, сохраняются на протяжении пятилетнего периода после прохождения пожаров.

Работа рекомендована к.б.н. доц. кафедры биологии почв факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова Н.В. Костиной.

УДК 631.45

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ АГРОСЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ

А.В. Ручкина, Н.А. Головина
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», nasni91@gmail.com

Изучение микробиологической активности в условиях неблагоприятных факторов среды в одних и тех же типах агропочв, но с разным уровнем плодородия позволяет, с одной стороны, определить характер отклика разных групп микроорганизмов на возмущение, с другой стороны, – оценить защитный потенциал, что должно разнообразить (дополнить) трактовку понятия «плодородие почвы». Поэтому цель исследований – изучить микробиологическую активность агросерой почвы

в условиях подкисления и загрязнения тяжелыми металлами (ТМ) в зависимости от ее плодородия.

Подкисление почвы имитировали добавлением разбавленной серной кислоты из расчета создания кислотной нагрузки 0.03 мМ/л, в другом опыте – 0.018, 0.044 и 0.120 мМ/л. Загрязнение агропочвы моделировали путем внесения в нее в растворенной форме $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ в количестве, при котором доза меди составляла 200, 600 и 900 мг/кг. Влажность почвы поддерживали на уровне 30 % от сухой почвы. Время экспозиции 30 суток. В другом опыте загрязнение почвы производили кадмием из расчета 10, 30 и 100 ПДК. Экспозиция составляла 1, 10, 35 и 57 суток. Изучали также влияние цинка на активность азотобактера в неплодородной и плодородной почве. Доза цинка составила 50 и 100 мг/кг. Контроль во всех опытах – без подкисления и загрязнения.

Агросерая почва отличилась уровнем плодородия. В неплодородной почве (НП) и/или неокультуренной содержание гумуса было низким для данного типа – менее 2 %, в плодородной почве (ПП) и/или окультуренной – около 5 %. В НП выявлено снижение общей биогенности на фоне прогрессирующего подкисления. Так, если при фоновом pH, равном 6.0, общее количество микроорганизмов составило $41.64 \cdot 10^6$ КОЕ/г, то после добавления кислоты 0.018 мМ/л (pH 5.3) оно снизилось до $19.16 \cdot 10^6$ КОЕ/г, далее до $15.80 \cdot 10^6$ КОЕ/г и $12.00 \cdot 10^6$ КОЕ/г соответственно при нагрузке 0.044 и 0.120 мМ/л. В ПП в отмеченном объеме кислотной нагрузки снижение микробиологической активности не обнаружено. Кроме этого, она во всех случаях была выше неплодородного аналога.

Увеличение концентрации меди и ионов водорода в неокультуренной почве привело к снижению численности бактерий, использующих азот органических веществ соответственно на $5.87 \cdot 10^6$ и $4.21 \cdot 10^6$ КОЕ/г, азот минеральных солей – на 3.1, нитрифицирующих бактерий – на 3.32 и 2.23, целлюлозоразрушающих бактерий – на $2.94 \cdot 10^6$ КОЕ/г и $2.26 \cdot 10^6$ КОЕ/г. В окультуренной почве уменьшение указанных групп микроорганизмов проявилось в меньшей степени, а активность некоторых групп вообще не изменилась.

Значение микробной биомассы при всех предложенных концентрациях кадмия в почве была наибольшей в ПП: при фоновой концентрации она составила для 1 сут. 1187 мкг С/г почвы, 10 сут. – 1590, 35 сут. – 1005 и 57 сут. – 891 мкг С/г почвы, что соответственно на 540; 761; 541 и 554 мкг С/г почвы больше НП. При этом разница между вариантами по мере нарастания загрязнения увеличивалась: в 1 сут. для 10 ПДК она составила 658; 30 ПДК – 667 и 100 ПДК – 710 мкг С/г поч-

вы. В 1 сут. в ПП угнетения жизнедеятельности микроорганизмов вообще не произошло, в отличие от НП, так как величина микробной биомассы при указанных концентрациях кадмия была выше фоновой концентрации.

Природа почвенного плодородия тройственная. Кроме продукционной функции она выполняет средообразующую и биопротекторную. Почва с достаточным содержанием органического вещества, хорошим плодородием устойчива к неблагоприятным воздействиям, на что указывают данные микробиологической диагностики.

Работа рекомендована д.с.-х.н., проф. Р.Н. Ушаковым.

УДК 631.427.22

ЭКОЛОГО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВОГРУНТОВ ПОЛИГОНА ТБО «ЛЕВОБЕРЕЖНЫЙ» (г. ХИМКИ, МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

В.Д. Рябинкина
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, drueeh@yandex.ru

Загрязнение окружающей среды полигонами твердых бытовых отходов – актуальная проблема как во всем мире, так и в России. К сожалению, несмотря на опасность, комплексный мониторинг экологического состояния полигонов ТБО слабо изученная тема. Однако, диагностирование и контроль изменений, происходящих в различных подвергающихся негативному влиянию природных средах, должны являться основой для последующей рекультивации закрытых полигонов или для уменьшения негативного влияния в процессе эксплуатации действующих. Исследование почвенной среды является наиболее объективным и стабильным показателем загрязнения. Поскольку устойчивость почвенной среды определяется не только химическими, физическими, но и биотическими показателями, очень важно изучить микробиологический состав почвогрунтов, а также выявить их биологическую активность.

Глубокое исследование агрохимических и микробиологических свойств почвогрунта полигонов помогает в разработке новых и совершенствования уже имеющихся технологий рекультивации, направленных на уменьшение степени негативного воздействия полигонов на окружающую природную среду.

В качестве анализируемого объекта был выбран полигон ТБО «Левобережный» общей площадью около 37 га расположен на террито-

рии г. Химки Московской области в 750 м северо-восточнее жилого микрорайона «Левобережный» и к югу от г. Долгопрудный. С севера полигон граничит с Долгопрудненским Южным кладбищем, с запада – с проезжей частью Библиотечного пр., с юго-запада и юга – с транспортной развязкой трассы М-11 и Лихачевского шоссе и заводом по переработке ТБО, с юго-востока и востока – с поймой р. Бусинки. К северо-востоку от полигона ТБО «Левобережный» расположен полигон ТБО «Долгопрудненский».

Для проведения анализов были отобраны почвенные образцы верхнего десятисантиметрового слоя почвогрунтов импактной зоны (подножие, склон и вершина) полигона ТБО «Левобережный», находящегося в Московской области, г. Химки.

Почвогрунты полигона ТБО «Левобережный» исследовались на следующие агроэкологические показатели: гигроскопическая влажность, P_2O_5, K_2O, гумус (%), pH_{kcl}, pH_w. Определена общая микробиологическая характеристика почв, а также актуальная биологическая активность. Показатели определялись в образцах почвогрунта, отобранных в начале и конце летнего сезона.

Почвогрунты исследуемого полигона характеризовались как обеднённые органическим веществом, с содержанием гумуса от 1.3 до 1.9 % в начале лета и 1.8–1.9 % в конце. Грунты полигона имели слабощелочную реакцию среды, от 6.84 до 7.42 значений pH. Наблюдается обеспеченность биогенными элементами, такими как K (в среднем по профилю 150 мг/кг) и P (в среднем по профилю 350 мг/кг).

Выявлено, что образцы грунта обладают слабой микробиологической активностью (среднее значение 81±3 млн КОЕ) по сравнению с фоновым зональным образцом (234±0.150 млн КОЕ). Наблюдается сезонная динамика: среднее число микроорганизмов за июнь (56±8 млн КОЕ) ниже, чем в августе (106±29 млн КОЕ) в 2 раза.

Биологическая активность почвы в целом характеризуется как низкая, этому свидетельствовали невысокие показатели целлюлозоразрушающей способности почвы, колеблющейся от 11 до 30 %.

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

УДК 631.879.25

ЭКОЛОГО-АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД В АГРОЦЕНОЗЕ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ

А.Н. Сунгатуллина
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
albinasun93@gmail.com

В условиях недостаточного уровня применения традиционных минеральных и органических удобрений для сохранения плодородия дерново-подзолистых почв возрастает роль нетрадиционных форм удобрения. Многочисленные исследования использования осадков сточных вод (ОСВ) в качестве удобрения показывают, что в почвах увеличивается содержание органического вещества, азота, фосфора, других макро- и микроэлементов. Улучшаются тепловой, водный и воздушный режимы почв. Недостатком осадков сточных вод, является содержание в них тяжёлых металлов в высокой концентрации, но с внедрением усовершенствованных технологий очистки, эта проблема в ближайшем будущем будет решена. Влияние тяжелых металлов на рост и развитие растений и живых организмов хорошо изучена, что позволяет нам представить общую картину последствий внесения ОСВ в качестве удобрения.

Цель работы состоит в изучении последействия длительного систематического применения возрастающих доз ОСВ и мелиорирующего действия извести на эколого-агрохимическую обстановку в агроценозе. В ходе проведения исследования решены следующие задачи: изучено последействие применения возрастающих доз ОСВ на фоне различных доз доломитовой муки (ДМ) на агрохимические свойства почвы, исследовано последействие длительного применения ОСВ совместно с известью на содержание форм тяжелых металлов в почве; изучено влияние полиметаллического загрязнения на продуктивность и экологическое качество изучаемых зерновых культур (ярового ячменя и озимой ржи). По результатам исследования установлено положительное влияние повышенных доз ОСВ, различных уровней известкования на урожайность, основные агроэкологические и биологические свойства почвы, в том числе на уровень подвижных форм азота, биологическую активность почвы, содержание $C_{орг.}$, $P_2O_{5подв.}$ и $K_2O_{обм.}$ К негативному последействию применения ОСВ следует отнести загрязнение пахотного горизонта ТМ в количествах, превышающих ПДК. Так же при возобновлении применения ОСВ на почвах с полиметаллическим загрязнением снижалось содержание кислоторастворимых форм ТМ., увеличивалось содер-

жание органического углерода, азота, фосфора и калия в почве. Урожай ячменя и ржи в вариантах со всеми дозами ОСВ был достоверно выше, чем в контроле, что подтверждает эффективность внесения ОСВ. Высокий уровень загрязнения почвы не вызвал снижения продуктивности зерновых культур и оказал положительный эффект на содержание азота, фосфора и калия в зерне. Известкование почвы не смогло снизить содержание кадмия, свинца и цинка в зерне ячменя до безопасного количества во всех вариантах, что нельзя сказать о содержании данного металла в зерне ржи. Была получена продукция с содержанием кадмия, не превышающим установленных норм.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке концепции сохранения и повышения плодородия дерново-подзолистых почв, для разработки системы сбалансированного применения ОСВ и известкования, обеспечивающей эффективное окультуривание малоплодородных дерново-подзолистых почв и получение экологически безопасной продукции в условиях Владимирской области.

Работа рекомендована д.б.н., проф. В.С. Егоровым.

УДК 631.468.52

ЭКОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КИШЕЧНОГО СООБЩЕСТВА ДИПЛОПОД

А.М. Сухачева, И.В. Сотников, И.И. Семенюк
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
forestwolff@yandex.ru

Почвенные беспозвоночные сапрофаги – ключевое звено детритной пищевой цепи, поддерживающей круговорот веществ и энергии в наземных экосистемах [1]. В ассоциации с кишечными бактериальным комплексом (КБК) они гумифицируют и минерализуют органические остатки, снабжают растения элементами питания и обогащают почву ферментами, гумусом и почвенными агрегатами, образующимися из их экскрементов. Двупарноногие многоножки (*Diplopoda*) – важные почвенные первичные сапрофаги, многочисленные в лесах тропического и умеренного климатов. Большее видовое разнообразие диплопод в тропиках по сравнению с умеренными зонами связано отчасти с их высокой трофической специализацией [2], которая может привести к значительным межвидовым различиям между КБК, особенно у специализированных видов. В работе сравнивались КБК склонных к полифагии тропических и умеренной зоны видов многоножек с трофическими спе-

циалистами. Не ясна причина выбора диплоподами пищи: 1. свойства растительных остатков; 2. свойства микробного сообщества, которое его заселяет; 3. состав видов кишечных симбионтов (ассоциантов), так как переваривание пищи почвенными сапротрофными животными осуществляется в ассоциации с КБК (симбиотное пищеварение). Имеющиеся данные о таксономическом составе КБК диплопод и проводимых ими биохимических процессах недостаточно для ответа на поставленный вопрос.

Цель работы – установить экофизиологические особенности гидролитического КБК: физиологическое разнообразие и трофическую специализацию.

Задачи: 1. Сравнить гидролитический КБК диплопод. 2. Провести классификацию КБК методом главных компонент.

Многоножки (табл.) собраны в Национальном парке Cat Tien (муссонный лес Южного Вьетнама) и природном заказнике «Воробьёвы горы» (Москва), в лаборатории содержались на родном субстрате в почвенных микрокосмах. Для получения суточных экскрементов корм был очищен от экскрементов за сутки до эксперимента. Содержимое кишечника получено вскрытием многоножек. Данные сравнили с КБК фитомонофага – гусениц среднего винного бражника *Deilephila elpenor*, питавшихся кипреем болотным. Микробиологические исследования проводились комплексным структурно-функциональным методом [3]. Рост инициированных КБК на 12 жидких средах с легко- и труднодоступными биополимерами (исследовали гидролитический КБК) определяли по оптической плотности на микропланшетном фотометре. Физиологическое разнообразие и специализация при разложении труднодоступных полимеров у гидролитического КБК сапрофагов – диплопод выше, чем у фитофагов гусениц бражника, что указывает на более глубокую у многоножек трансформацию растительных полимеров и вклад их КБК в гумификацию. Наиболее физиологически разнообразен гидролитический КБК у видов *Cylindroiulus caeruleocinctus* и *Cryxus ovalis*, также у этих видов выявлена наибольшая специализация КБК при разложении труднодоступных полимеров. У *Orthomorpha* sp.1 в угнетённом состоянии физиологическое разнообразие КБК ниже, чем у активных, здоровых особей. У стенофагов *Nedyopus dawydoffiae* внутривидовые различия КБК меньше, чем аналогичные у видов-полифагов. Физиологическое разнообразие КБК выше у взрослых *Thyropygus carlii,* чем у молоди (большая специализация на легкодоступных растительных полимерах).

Таблица. Трофическая специализация исследованных видов диплопод.

Вид	Трофическая специализация
Nedyopus dawydoffiae	Ассоциированы с гниющей древесиной, стенофаги
Enghoffosoma digitatum	Заселяют лесной пол и листовой опад, полифаги
Enghoffosoma anchoriforme	
Orthomorpha sp.1	Эврибионты, полифаги
Orthomorpha sp. «red»	Заселяют лесной пол, стенофаги
Desmoxytes pilosa	Заселяют листовой опад, гниющую древесину, лесной пол. Полифаги
Desmoxytes cattienensis	
Cylindroiulus caeruleocinctus	Массовый подстилочный синантропный вид-полифаг
Thyropygus carli	Эврибионты, полифаги с уклоном в зоофагию
Trigoniulus corallinus	Эврибионтный синантропный вид-полифаг
Cryxus ovalis	Ассоциированы со стволами деревьев, стенофаги

Литература

1. *Гиляров М.С., Стриганова Б.Р.* Роль почвенных беспозвоночных в разложении растительных остатков и круговороте веществ. // Зоология беспозвоночных. М.: ВИНИТИ, 1978, т. 5. С. 5–70.

2. *Семенюк И.И.* Трофическая и топическая специализация диплопод (Diplopoda, Myriapoda) как механизм поддержания видового разнообразия таксоцена Автореферат дис. … канд. биол. наук. М., 2012. 24 с.

3. *Якушев А.В.* Комплексный структурно-функциональный метод характеристики микробных популяций // Почвоведение. 2015. № 4. с. 429–446.

Работа рекомендована к.б.н. А.В. Якушевым.

УДК 574:630*114.441

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ ДАЧИ И ПОТОКОВ N_2O ИЗ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ

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

Основным компонентом благоприятной экосистемы в любых городах, особенно в мегаполисах, является лесная экосистема, которая берет на себя роль экологического каркаса и «легких» города. Одной из самых серьезных экологических проблем считается активное поступление в атмосферу парниковых газов, которые приводят к изменению климата, основным из них является N_2O. Его парниковая активность превышает CO_2 в 310 раз, что влияет на суммарную эмиссию парниковых газов.

Исследования проводились на территории природного заказника Петровско-Разумовское, Лесной опытной дачи РГАУ МСХА имени Тимирязева (ЛОД), с более чем 150 летней историей наблюдений. Экосистема ЛОД может использоваться в качестве фонового объекта в экологическом мониторинге городских почв и растительности Москвы, характеризующихся высокой пространственной неоднородностью.

Исследуемые участки заложены на пяти представительных элементах ландшафта по линии трансекты, вытянутые с С-В на Ю-З, с различным уровнем антропогенной нагрузки. Ключевые участки в значительной степени отличаются древесной и напочвенной растительностью, т.к. немаловажным критерием рекреационной нагрузки является уплотнение почвы, которое наглядно проявляется в повышении плотности тропиночной сети, изреживании и изменении характера напочвенной растительности. Мониторинг проводился круглогодично с 2013 года по 2017 год.

В ходе многолетних исследований наблюдалось видовое изменение древесно-растительного покрова, что связанно с изменением климатических показателей, дорожных маршрутов по периметру ЛОД, что привело к смене гидрологического режима объекта и соответственно выпадению пород, не адаптированных к переувлажнению почвы. Данный факт так же изменяет поступление потоков N_2O из почвы в окружающую среду, т.к. выявленная зависимость закиси азота от влажности почвы составляет $r = 0.73$.

Проведенный анализ выявил закономерности пространственной дифференциации изменчивости почвенных потоков N_2O на основных объектах исследования и влияющих на них режимных параметров исследуемых дерново-(болотно-)подзолистых почв.

Полученные данные показали, что почвы в разных условиях мезорельефа проявляют неодинаковую устойчивость к рекреационной и климатической нагрузке. Это необходимо учитывать при планировании лесных территорий и подбору видового состава древесной растительности, не только в зависимости от их пыле-газостойкости, но и устойчивости к изменениям режима увлажнения почвы.

Установленные закономерности пространственно-временной изменчивости почвенных потоков закиси азота позволяют оценить его вклад в суммарную эмиссию парниковых газов, что необходимо принимать во внимание при экологической оценке воздействия на лесную систему антропогенно измененных почвенных потоков в условиях Московского мегаполиса.

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

УДК 631.421.2:631.872:631.417.4

ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА СКОРОСТЬ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ПШЕНИЧНОЙ СОЛОМЫ И УГЛЕРОДНО-АЗОТНЫЙ СТАТУС ПОЧВ

А.Н. Уляшкина[1], А.С. Тулина[2]
[1]РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, aleshka181095@yandex.ru
[2]Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино

Внесение в почву растительных остатков, включая побочную продукцию культур, основная доля в которых принадлежит соломе, оказывает многостороннее прямое и косвенное действие на физические, химические и биологические свойства почвы, ее воздушный, температурный и питательный режимы. Инициирование иммобилизации азота внесением соломы представляет собой эффективный путь ограничения газообразных и инфильтрационных потерь азота из почвы. Трансформации соединений углерода и азота в почвах зависят от температуры и влажности. Целью исследования было изучить влияние гидротермических условий на скорость разложения пшеничной соломы вне почвы и в почве и накопление минерального азота ($N_{мин}$=NH_4+NO_3) в почвах трех типов.

Проведены два 150-суточных эксперимента. Эксперимент 1: образцы соломы инкубировали при температуре 8, 18 и 28 °С и влажности 0, 10, 40, 80, 120 и 160 вес. %. Эксперимент 2: образцы серой лесной почвы, выщелоченного чернозема и темно-каштановой почвы без соломы и с соломой (1 % от массы почвы) инкубировали при температуре 8, 18 и 28 °С и влажности 10, 25, 40 вес. %. В течение инкубации измеряли интенсивность продуцирования С-CO_2 образцами соломы, почвы и почвы с соломой и определяли его кумулятивное количество. Минерализацию соломы в почвах оценивали по разнице между кумулятивными величинами выделения С-CO_2 из почв с добавлением соломы и без соломы. По окончании инкубации определяли содержание Nмин в почвах. Установлено, что скорость минерализации соломы вне почвы наиболее сильно увеличивалась в диапазоне влажности 10–40 вес. % (в 32 раза), а при увеличении увлажнения изменялась не существенно. При повышении температуры с 8 до 28 °С минерализация соломы, не смешанной с почвой, усиливалась, в среднем по шести уровням влажности, втрое. Минерализация соломы в почвах определялась температурой (в диапазоне 8–28 °С увеличивалась в 2.6 раза) и влажностью (в диапазоне 10–40 вес. % усиливалась в 2.1 раза), а от типа почвы зависела несущественно. В вариантах без почвы минерализация соломы (С/N=47) лимитировалась недостатком азота, поэтому не превышала 17 %, а в вариантах смешивания с почвами (С/N≈10) при таких же гидротермических условиях достигала 87 % от исходного количества. В почвах без соломы при температуре 18 и 28 °С дополнительно (по сравнению с исходным содержанием) накапливалось вдвое больше Nмин, чем при 8 °С. Внесение соломы при 8 °С способствовало нетто-иммобилизации азота, а при 18 и 28 °С – нетто-минерализации. Это объясняется тем, что иммобилизованный на ранних этапах инкубации азот подвергается повторной минерализации, а минерализация азота более чувствительна к температуре, чем иммобилизация. Интенсификация превращений азота в почве сопровождалось увеличением продуцирования CO_2. При оптимальном увлажнении (25 вес. %) в почве накапливалось больше минерального азота, чем при недостаточном (10 вес. %) и избыточном (40 вес. %) увлажнении. Недостаток воды в почвах подавлял микробные процессы, а избыток приводил к потерям минерального азота в результате денитрификации, что подтверждается уменьшением содержания в почвах общего азота. Полученные результаты показывают, что минерализация соломы контролируется гидротермическими условиями и лимитируется азотом. Внесение соломы не только улучшает углеродный баланс почв, но и является эффективным способом биологического связывания минерального азота в поч-

вах, который способствует предотвращению потерь азота в холодное время года и не препятствует повторной минерализации органических азотсодержащих соединений при повышении температуры.

Исследования проведены при поддержке РФФИ, грант № 17-04-00707_а.

Работа рекомендована к.с.-х.н., доц. С.Л. Игнатьевой.

УДК 631.41

ИЗМЕНЕНИЕ МОРФОБИОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛУКА ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ МЕДЬЮ, С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ СОРБЦИОННОЙ БИОРЕМЕДИАЦИЕЙ БИОЧАРОМ

А.А. Фролова, К.Д. Рогожина, И.П. Лобзенко,
С.Н. Сушкова, Т.В. Бауэр, Т.С. Дудникова
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,
snsushkova@sfedu.ru

Каждый год в биосферу, вместе с выбросами заводских комплексов, поступают тысячи тонн соединений тяжёлых металлов. Тяжёлые металлы (ТМ) являются очень опасными поллютантами окружающей среды, в связи с тем, что их высокие концентрации оказывают негативное влияние на рост и развитие растений. При решении экологических задач агропромышленного комплекса (АПК) используются углеродистые сорбенты, имеющие такие преимущества, как избирательность сорбции органических токсикантов, универсальность сорбционных свойств, высокая поглотительная способность, гидрофобность, удобная препаративная форма (зерна, порошок) и низкая стоимость.

Цель работы – изучить изменение морфобиометрических характеристик лука при загрязнении медью, с последующей сорбционной биоремедиацией биочаром при помощи фитотеста с *Allium cepa*.

В эксперименте использовали растительную тест-систему для анализа мутагенных факторов химической и физической природы на основе растения *Allium cepa*. Allium-test – в котором в качестве материала использовали корешки проростков репчатого лука *Allium cepa*, выращенных в водных растворах ацетата меди различных концентраций, в том числе с внесением углеродистого сорбента – биочара в концентрации 2.5 %. Использование лука, как тест-культуры, обусловлено чувствительностью его клеток к соединениям ТМ максимально приближенной к реакции клеток человеческого тела. Растворы готовили на дистиллированной воде.

Схема опыта:

Контроль вода – дистиллированная вода; растворы солей ТМ в дистиллированной воде в концентрациях мг/кг исходного раствора: 2000 мг/кг $Cu(CH_3COO)_2$, 10000 мг/кг $Cu(CH_3COO)_2$, Контроль + 2.5 % биочар, 2000 мг/кг $Cu(CH_3COO)_2$ +2.5 % биочар, 10000 мг/кг $Cu(CH_3COO)_2$ +2.5 % биочар. Используемые в эксперименте пробирки тщательно промывали и стерилизовали. Готовили растворы необходимых концентраций, сутки проращивали лук-шалот в пробирках с дистиллированной водой так, чтобы на каждой из луковиц слегка проросли корни. В часть растворов вносили биочар, для осуществления проверки его эффективности при таких загрязнениях. Осуществляли контроль роста корней на второй, пятый, девятый и четырнадцатый дни опыта, а также замеряли pH растворов в первый и последний дни опыта.

Результаты исследований показали угнетение корней лука при загрязнении 2000 мг/кг $Cu(CH_3COO)_2$, по сравнению с контрольным вариантом, на 82 %. При внесении 10000 мг/кг $Cu(CH_3COO)_2$ длина корней лука была меньше на 4 мм, чем при концентрации раствора 2000 мг/кг $Cu(CH_3COO)_2$. Внесение 2.5 % биочара в раствор с концентрацией 2000 мг/кг $Cu(CH_3COO)_2$ привело к увеличению длины корней лука на 50 % по сравнению с загрязненным вариантом, а при внесении 10000 мг/кг $Cu(CH_3COO)_2$ добавление 2.5 % биочара увеличило длину корней лука на 40 % по сравнению с загрязненным образцом. Влияние солей меди и биочара на pH растворов, по сравнению с контролем, не обнаружено.

Таким образом, внесение 2.5 % биочара в растворы, загрязненные солями меди в концентрациях 2000 мг/кг и 10000 мг/кг, положительно повлияло на рост корней лука обыкновенного и увеличило длину корней на 40–50 %, что позволяет сделать вывод о пригодности использования биочара для восстановления водных объектов окружающей среды, загрязненных ацетатом меди.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ № 5.948.2017/ПЧ, Гранта Президента РФ № МК-3476.2017.5, РФФИ № 16.35.60051, 16-35-00347.

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

УДК 631.433.3

ОТКЛИК ДЫХАНИЯ ПОЧВ НА ЗАСУХИ И ПРОМЕРЗАНИЕ РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ В ПОЛЕВОМ ИМИТАЦИОННОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Д.А. Хорошаев[1,2], В.О. Лопес де Гереню[1]
[1] Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино;
[2] Пущинский государственный естественно-научный институт,
dinhot@mail.ru

Во второй половине XX века на территории России отмечалось увеличение частоты экстремальных погодных явлений, выражающихся, в том числе, в длительных засухах или ливневых выпадениях осадков. Любые погодные аномалии оказывают прямое влияние на дыхание почв (или интенсивность выделения CO_2, $ИВ_{CO2}$), поскольку температура и влажность являются ключевыми факторами, регулирующими процессы газообмена в системе почва-растение-атмосфера. Цель работы заключалась в изучении влияния засух различной продолжительности и промерзания различной интенсивности на $ИВ_{CO2}$ из серых лесных почв под луговой растительностью и паром в полевом эксперименте с искусственно регулируемым уровнем осадков летом и высоты снежного покрова – зимой.

На экспериментальных площадках ИФХиБПП РАН (Пущино, Московская область; 54°20′N, 37°37′E) был заложен полевой имитационный эксперимент, в рамках которого в непрерывной динамике в 2014–2017 гг. определяли $ИВ_{CO2}$ из почвы и ее гидротермические характеристики. Общая площадь экспериментального участка была разбита на 12 отдельных площадок, половина которых находилась под чистым паром, а другая половина – под сеяным лугом (злаково-бобовая травосмесь). Для имитации засух различной продолжительности (июнь–сентябрь) были предусмотрены 3 варианта, отличающиеся по режимам увлажнения: (1–Л) регулярное увлажнение (РУ) для поддержания постоянной влажности почв, соответствующей 60–70 % от ППВ (контроль); (2–Л) две кратковременные засухи (КЗ) продолжительностью 4–6 недель и интенсивным увлажнением между ними; (3-Л) длительная засуха (ДЗ) с периодом без осадков около 3-х месяцев и последующим интенсивным поливом. Регулирование высоты снежного покрова в холодное время года позволило обеспечить на тех же площадках промерзание почв различной интенсивности (1–З) без промерзания, что достигалось утеплением с помощью 15 см слоя синтепона; (2–З) умеренное промерзание с естественной высотой снежного покрова (контроль); (3–З) глубокое промерзание (регулярное удаление снега с площадок). Оп-

ределение интенсивности потоков CO_2 проводилось в среднем один раз в 3 дня, камерным методом с помощью портативных газоанализаторов LiCOR 6400 – в летний период и LiCOR 820 – в зимний.

Проведенные исследования показали, что во время прерывания засух в течение нескольких часов после первого полива наблюдалось «взрывообразное» (в 2–3 раза) увеличение эмиссии CO_2 из почв. Максимальный отклик дыхания почв на увлажнение сухих участков наблюдался при прерывании первой кратковременной засухи – летом и длительной засухи – осенью. Уменьшение высоты снежного покрова приводило к глубокому промерзанию почвы и сопровождалось существенным (в 1.7–2.5 раза) снижением $ИВ_{CO2}$ из почв естественного и глубокого промерзания по сравнению с непромерзающей почвой. Во время весеннего оттаивания наблюдались интенсивные всплески $ИВ_{CO2}$, превышающие дыхание промерзших почв в 5–26 раз.

В соответствии с нашими оценками, усиление эмиссии CO_2 из почвы, обусловленное ее оттаиванием в весенний период, составляло существенную часть (43–70 %) зимне-весенних потоков CO_2, а доля эмиссионных потерь CO_2 из почв после их увлажнения в результате прерывания засух была существенно ниже и варьировала в зависимости от длительности засух от 4 до 12 % суммарного потока CO_2 за летне-осенний период. Таким образом, моделируемые погодные аномалии – летние засухи и зимние промерзания почвы – оказывали существенное влияние на эмиссионные потоки CO_2 из почв.

Работа выполнялась при поддержке РФФИ и Программы Президиума РАН № 51.

Работа рекомендована в.н.с. ИФХиБПП РАН, д.б.н., доц. И.Н. Кургановой.

УДК 631.417: 631.427.2

ДИНАМИКА РАЗЛОЖЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ, КОМПОСТИРУЕМЫХ НА ВЕРМИКУЛИТЕ

Д.П. Хромычкина, Н.Б. Паутова
Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, khromychkina@gmail.com

Содержание органического вещества в почве зависит как от количества, поступающего органического материала, так и от скорости разложения – доминирующего процесса преобразования органических материалов в почвенное органическое вещество. В лабораторном опыте исследовали динамику разложения и минерализации разных органических

материалов, компостируемых на вермикулите при постоянных условиях температуры и влажности на протяжении 319 суток, определяя суточную эмиссию С-CO_2 на газовом хроматографе КристалЛюкс-4000М.

Минерализационная способность органических материалов уменьшалась в ряду: корни клевера > надземная масса луговых трав > надземная масса клевера > листья дуба > листья осины > солома ячменя > корни луговых трав > хвоя сосны > корни ячменя > мелкие ветви деревьев > тонкие корни деревьев. К группе сильно разлагаемых материалов (>50 % от Сорг) относятся: корни и надземная масса клевера, надземная масса луговых трав. Корни ячменя, мелкие ветви деревьев и тонкие корни деревьев – к слабо разлагаемым материалам (< 30 % от $C_{орг}$). Остальные растительные остатки можно отнести к умеренно разлагаемым материалам. Свиной навоз подвергался более сильному разложению (50.5 % от $C_{орг}$), чем куриный помет и навоз КРС (40.5 и 26.3 % от $C_{орг}$ соответственно). Чем продолжительнее период разложения, тем меньше были величины констант скорости минерализации. За весь период инкубации наибольшими константами скорости минерализации отличались листья и корни клевера, надземная масса луговых трав (0.035–0.055 $сут^{-1}$), а наименьшими – тонкие корни и мелкие ветви деревьев (0.007 $сут^{-1}$). В большинстве образцов растительных остатков и в навозе идентифицировали только умеренно (от 0.090 до 0.042 $сут^{-1}$) и трудно минерализуемые фракции (от 0.008 до 0.001 $сут^{-1}$) органического вещества.

Таблица. Фактическое разложение органических материалов, % от $C_{орг}$.

Органические материалы	Сутки			
	24	89	167	319
Листья дуба	14.3	34.8	45.6	52.2
Листья осины	13.3	31.0	38.0	44.0
Хвоя сосны	8.1	20.4	27.9	34.3
Мелкие ветви деревьев	4.8	12.6	18.6	25.2
Тонкие корни деревьев	4.9	10.8	15.4	22.3
Надземная масса луговых трав	34.0	52.8	57.6	64.2
Корни луговых трав	11.4	20.4	27.9	38.1
Солома ячменя	11.1	22.7	31.2	42.8
Корни ячменя	6.5	14.7	22.4	29.6
Надземная масса клевера	37.7	49.3	53.9	61.2
Корни клевера	49.2	62.3	66.4	72.2
Навоз КРС	7.3	13.9	19.0	26.3
Свиной навоз	15.6	32.2	41.7	50.5
Птичий помет	12.3	24.5	31.4	40.5

Фактическое разложение изученных органических материалов представлено в таблице.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 17-04-00707).

Работа рекомендована д.б.н., гл.н.с. В.М. Семеновым.

УДК 631.466; 578.431

ЧИСЛЕННОСТЬ И РАЗНООБРАЗИЕ БАКТЕРИОФАГОВ В НЕКОТОРЫХ ПОЧВАХ РОССИИ

М.Р. Чекин

Московский государственный университет, mihaill456@gmail.com

Бактериофаги – самые мелкие невидимые невооруженным глазом и многочисленные обитатели нашей планеты – неотъемлемая часть микробных сообществ экосистем Земли. Роль бактериофагов в регуляции численности бактерий в водных экосистемах изучена довольно детально. Об экологической значимости бактериофагов в почве известно значительно меньше, хотя можно предположить, что они имеют большое значение в регуляции численности бактерий. Перед почвенными микробиологами стоит важная задача разработки методов обнаружения и определения численности бактериофагов в почве.

Целью исследования является разработка метода определения численности бактериофагов в почвах путем прямой эпифлуоресцентной микроскопии, а также изучение морфологии бактериофагов при помощи просвечивающей электронной микроскопии.

Были проанализированы образцы верхних (0–10 см) горизонтов аллювиально-дерновой почвы, торфяной почвы, урбанозема и чернозема миграционно-мицелярного (3 горизонта по профилю). Определение численности бактериофагов в почве проводили методом эпифлуоресцентной микроскопии с использованием красителя SYBR Green 1, который характеризуется высокой чувствительностью к ДНК. Морфологию бактерифагов изучали при помощи электронной просвечивающей микроскопии (ПЭМ) на микроскопе JEM-100CXII. Численность бактерий определяли с помощью красителя L7012, который позволяет не только определить общую численность бактерий, но и численность их жизнеспособных клеток.

Численность бактериофагов составила 1.0–5.0 млрд. в 1 г почвы, что сравнимо с их численностью в донных отложениях. Максимальная численность бактериофагов была зафиксирована в черноземе миграционно-мицелярном (5.0 млрд. в 1 г почвы), минимальная – в торфяной

олиготрофной почве (1.3 млрд. в 1 г почвы) и окультуренной аллювиальной дерновой почве (1.0 млрд. в 1 г почвы). Численность бактериофагов уменьшалась вниз по профилю чернозема – от 5 млрд. (AU1) до 2.3 млрд. (AU3) и до 1.3 млрд. (BCAmc), т.е. численность бактериофагов в нижнем горизонте была в 3.8 раз ниже, чем в верхнем.

При помощи метода ПЭМ были получены данные о морфологическом разнообразии бактериофагов. Обнаружены икосаэдрические, хвостатые и нитчатые бактериофаги.

Численность бактерий в анализируемых образцах варьировала от 1.7 до 10.1 млрд. клеток в 1 г почвы. Достаточно высокая численность бактерий зафиксирована в урбаноземе, она была сравнима с их численностью в черноземе. Соотношение показателей численности бактериофаги/бактерии составляло 0.16–0.9. Численность жизнеспособных клеток бактерий в образцах верхних горизонтов исследованных почв составляла 2–5 млрд. клеток в 1 г почвы и была больше в образцах с повышенной численностью бактериофагов. Соотношение численности бактериофаги/жизнеспособные бактерии составляло 0.4–0.8. В целом, численность бактериофагов была выше в тех образцах почвы, где численность бактерий была выше.

Полученные нами данные о численности бактериофагов и их морфологическом разнообразии позволяют предположить, что они могут играть значительную роль в регуляции численности бактерий в почвах.

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

УДК 631.10

ВЛИЯНИЕ МЕДИ НА МОРФОБИОМЕТРИЮ И УЛЬТРАСТРУКТУРУ КЛЕТОК КОРНЯ ЯЧМЕНЯ

Н.П. Черникова, А.Г. Федоренко, С.С. Манджиева, М.В. Бурачевская
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,
nat.tchernikova2013@yandex.ru

Цель работы – изучить токсичное влияние меди на морфобиометрию и ультраструктуру клеток корня ярового ячменя.

Объектом исследования служила почва из Ростовской области, характеризующаяся как чернозем обыкновенный карбонатный. Почву отобрали из поверхностного слоя (0–20 см), высушили на воздухе и просеяли через сито 5 мм. Эксперимент проводился в пластиковых горшках с хорошей дренажной системой, в каждый из которых было помещено 2 кг почвы. В качестве контрольного образца использовали

чернозем обыкновенный карбонатный, а в качестве экспериментального – чернозем обыкновенный карбонатный с искусственным загрязнением медью в дозе 10000 мг/кг $Cu(CH_3COO)_2$. Семена ярового ячменя высевали спустя месяц после внесения металла, при вегетативном росте растений поддерживали влажность почвы, соответствующую 60 % от полной полевой влагоемкости. Проведение эксперимента и процедура отбора проб проводились по стандартным методикам (Доспехов, 2012) [2]. Яровой ячмень был отобран в фазе выхода в трубку. Подготовка образцов тканей растений для просвечивающей электронной микроскопии (ТЭМ) осуществлялась по методу Гуськова и др. (1985) [1]. Ультратонкие срезы готовили на микротоме (Leica с UC6 ЭМ, Германия) и исследовали под светооптическим микроскопом (Mikmed-6 Санкт-Петербург, Россия) и ТЭМ (Tecnai G2 SpiritBio TWIN, Япония). Для светооптического микроскопа, полутонкие срезы готовили и окрашивали по методике О'Брайена и др. (1964) [3].

Внесение высокой дозы меди в чернозем обыкновенный оказало влияние на замедление роста ячменя. По сравнению с ячменем, выращенным на незагрязненной почве (контроль), было зафиксировано уменьшение длины главного корня и количества боковых корней, отмирание корневых волосков, снижение биомассы корня, в надземной части уменьшение высоты побега, снижение площади листовой пластинки. Светооптические наблюдения корня ячменя показали, что накопление меди вызвало деградацию эпидермиса и эндодермального слоя, появление в межклеточном пространстве тёмных (оптически плотных) образований. Отмечено значительное увеличение размеров клеток кортикального слоя и существенное уменьшение диаметра центрального цилиндра, а также нарушение структуры его клеток. Электронно-микроскопический анализ показал, что корни имели нормальные ультраструктурные характеристики в клетках контроля, с неповрежденными клеточными стенками, вакуолью, эндоплазматическим ретикулумом, рибосомами, митохондриями, а также липидными каплями и ядром. Существенные ультраструктурные изменения наблюдались при воздействии меди, такие как повышение электронной плотности цитоплазмы, увеличение размеров липидных образований, разрывы стенки некоторых клеток экзодермы. Отмечено накопление электронно-плотного материала на мембранах цитоплазмы и клеточной оболочке, что, по-видимому, является отложениями меди.

Таким образом, внесение 10000 мг/кг Cu оказалось токсичным для ячменя и вызвало негативные изменения на визуальном, тканевом и клеточном уровнях.

Литература

1. *Гуськов Е.П.* Ультраструктура клеток меристемы пшеницы в норме и после гипербароксигенации / Гуськов Е.П., Шкурат Т.П., Федоренко Г.М. // Цитология. – 1985.

2. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Книга по Требованию, 2012. – 349 с.

3. *О'Брайен Т.П.* Полихромное окрашивание стенки растительных клеток толуидиновым синим О / О'Брайен Т.П., Федер Н., Маккалли М.Е. – 1964.

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

УДК 631.4

ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТАЮЩИХ ДОЗ ДОЛОМИТОВОЙ МУКИ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЦИНКА, КАЛЬЦИЯ И МАГНИЯ В РАСТЕНИЯХ ВИКООВСЯНОЙ СМЕСИ

К.Ф. Шаврина

ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт», Санкт-Петербург shavrik08@rambler.ru

Цинк является жизненно важным микроэлементом, роль его чрезвычайна многообразна. Цинк влияет на обмен веществ, рост и развитие растений. В тоже время этот элемент относится к числу опасных экотоксикантов. Цинк, кальций и магний являются неполными химическими аналогами, изменение содержания макроэлементов оказывает влияние 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 на подвижность Zn в почве и накопление его растениями.

Исследование проводили в Меньковском филиале Агрофизического института. Влияние возрастающих доз доломитовой муки (ДМ) на распределение Zn в системе почва-растение изучали в условиях микрополевого опыта, заложенного в полиэтиленовых сосудах без дна (S=1 м^2, глубина 25 см, ≈ 300 кг почвы на сосуд) в мае 2012 года. Перед закладкой опыта из каждой делянки была вынута почва на глубину па-

хотного слоя. По периметру делянок размещали полиэтиленовые сосуды, наполненные кислой дерново-подзолистой почвой: pH_{KCl} 4.64±0.04, Нг 4.11±0.08, сумма Ca^{2+} и Mg^{2+} 2.68±0.14 и 0.36±0.06 ½ ммоль/100 г соответственно. 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. Доза ДМ по 1 Нг составила 6.16 т/га. Суммарная доза внесенных минеральных удобрений за 2012–2016 гг. – N330P250K250 кг д.в./га. В 2016 году опытной культурой служила викоовсяная смесь: вика – сорт «Льговская – 22», овес – сорт «Аргомак».

Взаимодействия Ca-Zn и Mg-Zn существенно зависели от видовых особенностей растений и содержания обменных Ca^{2+} и Mg^{2+} в почве. Внесение возрастающих доз ДМ привело к линейному увеличению содержания Mg в растениях вики (r=0.852) и снижению содержания Zn (r= –0.777). Установлена отрицательная линейная связь между содержанием магния и цинка в растениях вики (r= –0.909) (рис. 1).

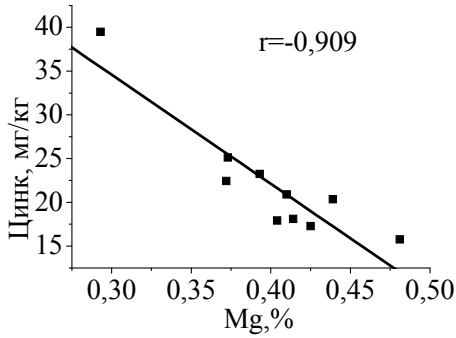


Рисунок 1. Зависимость между содержанием магния и цинка в растениях вики.

В растениях овса содержание Zn варьировало в пределах 33.4±4.7 и 7.3±1.3 в колосе и соломе соответственно. Зависимость содержания Mg в колосе и соломе растений овса от дозы ДМ характеризовалась коэффициентами корреляции (r) 0.702 и 0.426 соответственно. Выявлено, что конкурентные взаимодействия Mg-Zn в системе почва-растение проявляются интенсивнее, чем взаимодействия Ca-Zn.

Работа рекомендована д.б.н., проф. С.Е. Витковской.

Секция VI

Междисциплинарные методы в исследовании почв

УДК 631.416.8 663.25

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПОЧВ ВИНОГРАДНИКОВ

А.А. Аверьянов
Российский государственный педагогический университет
им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, sanchez.averyanov@gmail.com

Проблема производства экологически чистой винодельческой продукции является одной из приоритетных задач для региона Атлантическая Луара, на фоне сокращения использования пестицидов в сельскохозяйственной отрасли во Франции, и растущим спросом на биодинамические вина.

Таблица 1. Результаты обработки данных о валовом содержании тяжелых металлов в почвах виноградников «Domaine de la Chausserie» (pH 6.5) и сравнение полученных результатов с нормативами ПДК и ОДК (РФ), NF U 44-051 (Франция), максимально допустимыми пределами, установленными Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) и Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (ФАО).

Элемент	Среднее, мг/кг	*ПДК вал, **ОДК вал, мг/кг	NF U 44-051(Франция), мг/кг	МДП (ВОЗ и ФАО), мг/кг
Pb	21.69	32**	180	100
As	12.01	2**	18	20
Zn	51.14	55**	600	300
Cr	23.97	–	120	100
Co	13.51	–	–	50
Ni	6.14	20**	60	50
Cu	99.83	33**	300	100
V	34.42	150*	–	–
Mn	520.74	1500*	–	2000
Sr	51.28	–	–	–
Fe	11244.02	–	–	50000

Целью работы являлись геохимические исследования поведения тяжелых металлов в почвах виноградников сорта Melon de Bourgogne, аппеласьона Côtes de Grandlieu, на которых выращивается виноград для вин высшей категории AOP (Appellation d'Origine Protegee). В ходе исследования определялись следующие показатели: общее содержание

тяжелых металлов V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Sr, Pb, Mn, La, Ba, Y, Nb, Rb и As в бурых выщелоченных супесчаных почвах, виноградной лозе и винах. Оценка экологического состояния почвенного покрова виноградников проводилась путем отбора проб на исследуемых участках методом конверта в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83. Аналитические исследования были выполнены методом рентгенофлуоресцентного анализа на приборе «СПЕКТРОСКАН МАКС» в лаборатории Геохимии окружающей среды им А.Е. Ферсмана кафедры геологии и геоэкологии РГПУ им А.И. Герцена.

По результатам работы было выявлено отсутствие превышений в почвах исследуемых виноградников относительно максимально допустимых пределов, установленных во Франции и организациями ВОЗ и ФАО. При сравнении результатов с нормативами ПДК и ОДК, были выявлены превышения ориентировочно допустимой концентрации As в 6 раз и Cu в 3 раза, что может указывать на активное применение мышьяксодержащих пестицидов и фунгицидов, содержащих сульфат меди.

Работа рекомендована д.п.н., проф. Е.М. Нестеровым.

УДК 631.47

ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Е.А. Барсукова
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,
Ekaterina5.95@mail.ru

Ростовская область занимает обширную и разнообразную по природным условиям и естественным ресурсам территорию площадью 100.8 тысяч кв. км. По данным Экологического вестника Дона (2017) на территории Ростовской области располагается 90 ООПТ федерального, областного и местного значения общей площадью 232.6 тыс. га (2.3 % от общей площади Ростовской области). Значительное количество ООПТ, а именно 91, располагается в степной зоне Ростовской области. В 2015–2017 годах была проанализирована картографическая и описательная информация из открытых источников по почвенному покрову ООПТ, расположенных на территории Ростовской области. Выявлены несоответствия по площади в различных источниках для большинства ООПТ, а также отсутствие почвенных данных для территорий некоторых ООПТ. Неотъемлемой частью изучения почвенного покрова терри-

торий ООПТ является проведение полевых экспедиций и отбор почвенных образцов. За время работы были организованы три экспедиции в ООПТ Ростовской области: 2015 год – «Хороли» и «Разнотравно-типчаковая степь» Зерноградского района, 2016 год – «Фоминская дача» Миллеровского района, «Кундрюченские пески» и «Раздорские склоны» Усть-Донецкого района, «Разнотравно-типчаково-ковыльная» степь Чертковского района, 2017 год – два участка государственного заповедника «Ростовский» в Ремонтненском и Орловском районах, «Сальская степь» и «Приманычская степь» Сальского района. Во время проведения экспедиций заложены полнопрофильные разрезы на целинных участках, в 2017 году отобрано 42 образца по генетическим горизонтам. В лабораторных условиях в них определены следующие показатели: содержание гумуса по Тюрину в модификации Орлова-Гриндель, гранулометрический состав методом пипетки с подготовкой к анализу с пирофосфатом натрия, плотность почвы методом режущего кольца, CO_2 карбонатов по Шейблеру, состав ППК, сухой остаток водной вытяжки, активность радионуклидов, валовой химический состав. Отобрано также 60 образцов из верхних горизонтов почв, в которых определено содержание тяжелых металлов.

Результаты анализов обработаны и внесены в почвенно-географическую базу данных в двух видах: локально в виде ГИС-проекта и ПГБД РФ (проект МГУ с региональными дата-центрами). Для решения задач сбора и гармонизации почвенных данных нами использовались оригинальные программные продукты, защищенные патентом и применяемые в рамках ПГБД РФ: векторизатора «Soil_Contour», форм ввода почвенных данных «V7_TM» и агрохимической информации «V7_mini». Полнота и корректность описания почвенного разреза обеспечивается набором карточек описания, каждая страница которых содержит перечень атрибутивных данных, характеризующих почвенный профиль в целом и каждый из входящих в него горизонтов. Всего за три года было внесено данных по 2200 индивидуальным образцам агрохимического обследования территорий 9 хозяйств, а также информация по 264 профилям почвенного обследования участков, приуроченных к особо охраняемым территориям Ростовской области. Эти данные могут быть использованы в качестве эталонных при мониторинге и проведении кадастровой оценки почв.

Работа проходит совместно с сотрудниками кафедры географии почв Московского государственного университета, и финансируется по проекту РФФИ № 16-04-00592.

Работа рекомендована д.б.н. профессором О.С. Безугловой.

УДК 631.4

КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ И ЗЕМЕЛЬ С ПОМОЩЬЮ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ НА ПРИМЕРЕ ЮГО-ЗАПАДА РОССИИ

М.В. Беляева
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
mariabelyaeva2015@gmail.com

Актуальность. В современном мире почвы подвергаются мощной антропогенной нагрузке, что приводит к значительному их ухудшению и деградации. В связи с этим возникает необходимость в оценке состояния почв, необходимой для контроля текущей обстановки окружающей среды, решения конкретных экологических задач, прогнозирования развития деградации почв, создания рекомендаций по рациональному использованию земель, снижению экологических рисков и повышению экономической эффективности [1]. Почвенно-экологические принципы оценки земель имеют особое значение для черноземной зоны, поскольку черноземные почвы весьма неустойчивы, подвержены значительному антропогенному воздействию и процессам деградации.

Целью работы являлось проведение почвенно-экологической оценки с помощью дистанционных методов.

Задачи работы: оценить экологическое состояние земель на данный момент и выявить динамику деградационных процессов.

Поскольку преобладающим деградационным процессом в черноземной зоне является эрозия, то задача сужена до оценки проявления линейной и плоскостной эрозии.

Объект. Исследование проводилось на территории агрохолдинга «Мираторг» на севере Белгородской области (степная зона). Почвы на данной территории относятся к черноземам выщелоченным (1977) [2] или глинисто-элювиальным агрочерноземам (2004) [3].

Методы. Для оперативной и относительно не затратной оценки были применены дистанционные методы получения картографической информации. Для анализа были использованы космические снимки со спутника Spot 5 в панхроматическом спектральном диапазоне с разрешением до 2.5 м (ширина полосы съемки в надире 60 км), которые находятся на геопортале GoogleEarth Pro. Для отслеживания динамики деградационных процессов были использованы разновременные снимки (2009–2017 гг.). Далее дешифрованные материалы были обработаны в ГИС-программе QuantumGis, в которой были созданы определённые слои, которые легли в основу картограмм.

Результаты и обсуждение. В ходе исследования был получен ряд картограмм, отражающих почвенно-экологическое состояние территории. Полученные результаты включают в себя оценку состояния земель (рельеф, климатические условия, использование земель), оценку деградации почв (плоскостная и линейная эрозия) и анализ динамики деградационных процессов. Выявлено, что длина эрозионной сети составляет 177 км, а общая ее площадь 28.2 км^2 на территории 96.12 км^2. Коэффициент расчлененности 1.9 км/км^2. Смытые почвы составляют 24.16 % от площади всего участка. Развитие деградационных процессов имеет положительную динамику по всем показателям.

Выводы. Исследуемая территория, несмотря на высокий уровень землепользования, является сильнодеградированной по показателям плоскостной и линейной эрозии. Сильная деградированность вызвана сочетанием условий, благоприятствующих проявлению эрозионных процессов, таких как рельеф, метеорологические условия, почвенные особенности, растительность, использование земель. Данные, полученные при исследовании можно использовать как для прогноза развития деградации, так и для составления рекомендаций по рациональному использованию природных ресурсов.

Литература

1. *Свитайло Л.В.* Почвенно-экологическая оценка сельскохозяйственных угодий равнинных земель в связи с их специализацией и организацией территорий: Автореф. дис. канд. био. наук. – Владивосток, 2004 – с. 3.

2. *Классификация и диагностика* почв СССР. М.: Колос, 1977. 224 с.

3. *Классификация и диагностика* почв России. Авторы и составители: Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Смоленск: Ойкумена, 2004. 235 с.

УДК 631.425.7

ОЦЕНКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДОЛГОЖИВУЩИХ ПЛАЗМЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ С ПОЧВОЙ (МОДЕЛЬНЫЕ И НАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ)

А.Р. Бикмухаметова, Т.О. Михайловская
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
ar.bikmukhametova@physics.msu.ru, mikhaylovskaya.soilphysics@mail.ru

Это сообщение посвящено оценке взаимодействия одного из проявлений атмосферного электричества с почвенным покровом. История изучения атмосферного электричества насчитывает не одно столетие. Одни из первых, кто обратил внимание на эту проблему, были Российские ученые М.В. Ломоносов и Г. Рихтер.

Электрические свойства планеты Земля и электрические свойства почвы, имеют общие характеристики. Планета в целом и поверхность почвы заряжены отрицательно. В космических масштабах зоной с положительным зарядом является ионосфера. Для почвы зоной с положительным зарядом является ее коллоидный комплекс, насыщенный катионами. Изменение электрической проводимости почвы может быть связано как с антропогенным, так и с природным фактором. Нами сделана попытка оценить изменение некоторых свойств почвы, в том числе и электрических, после ее взаимодействия с шаровой молнией.

В 2015 году в окрестности станицы Дондуковской Краснодарского края был зафиксирован контакт шаровой молнии с поверхностью поля, на котором возделывалась пшеница. В результате этого воздействия на поверхности почвы образовалось отверстие цилиндрической формы диаметром 84 мм и глубиной 220 мм. Морфологическое описание, а так же отбор почвенного монолита и насыпных контрольных образцов производилось А.М. Артюховым. При морфологическом описании эпицентра воздействия шаровой молнии было отмечено уплотнение почвы вблизи отверстия и изменение цвета первых миллиметров стенки отверстия. В лабораторных условиях были проанализированы образцы на плотность и порозность агрегатов чернозема, взятые из эпицентра воздействия и контрольные. Было установлено, что в результате воздействия шаровой молнии почва была сильно уплотнена. Плотность в агрегатах составила 1.87 г/см^3. В контрольных образцах аналогичная плотность была ниже и составила 1.58 г/см^3. Соответственно порозность агрегатов в эпицентре – 21 %, а в контрольных образцах – 34 %. Сжатие почвенной массы в результате удара шаровой молнии отразилось на ее реологических свойствах. Модуль упругости монолита почвы в эпицентре был на порядок выше контроля.

Несомненно, особый интерес представляет изменение электрических свойств почвы в результате воздействия шаровой молнии. В лабораторных условиях была измерена электропроводность почвенной пасты чернозема из эпицентра и в контрольных образцах. Был установлен заметный рост величины электропроводности чернозема в результате воздействия шаровой молнии: 1590 мкСм/см в эпицентре и 660 мкСм/см в контрольных образцах. Результаты измерения электропроводности почвы и ее уплотнения в эпицентре воздействия шаровой молнии позволяют раскрыть некоторые особенности этого сложного природного феномена.

Так как одна из теорий возникновения шаровой молнии гласит, что это долгоживущее плазменное образование (ДПО), были проведены эксперименты по взаимодействию плазмы капиллярного разряда и ко-

ронного разряда, совместно с коллегами физического факультета МГУ, с целью выявления механизмов взаимодействия ДПО с почвой и почвоподобными объектами в лабораторных условиях. В результате эксперимента по взаимодействию капиллярного разряда выявлены изменения значений электропроводности обработанных образцов, по сравнению с контролем от 1.2 до 7 раз, в зависимости от времени воздействия плазменной струи на почву. В результате эксперимента по воздействию коронного разряда значения электропроводности также выросли по сравнению с контролем.

Работа рекомендована д.ф.-м. н., в.н.с. В.Л. Бычковым; к.б.н., доц. А.П. Шваровым.

УДК 911.2

ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ ЛЕТНЕГО ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПОЧВ ЮГА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

А.А. Бойко, Е.С. Деркач
Санкт-Петербургский государственный университет, a.boyko1@mail.ru

Целью данного исследования являлось выявление особенностей и закономерностей пространственной и временной изменчивости температур почвы на сельскохозяйственных землях на территории Красноярского края. Были использованы суточные данные из массивов ВНИИГМИ-МЦД и сайта rp5.ru с 9 метеостанций, по которым рассчитывались среднелетние годовые температуры на глубинах 5, 10, 15 и 20 см. Затем для каждой глубины строился временной ход с расчетом линейного коэффициента регрессии (тренда), как показателя скорости изменения температуры со временем, с определением его статистической значимости. Для продления временных рядов почвенной температуры дополнительно была рассчитана корреляционная матрица взаимосвязей этих температур с температурой приземного воздуха, для которой также были рассчитаны подобные линейные коэффициенты. Анализ распределения коэффициентов тренда позволил выявить следующие особенности термического режима почв: значительное различие температурных режимов воздуха и почвы практически на всей территории края, с более слабыми трендами температуры почвы (т.е. потепление почвы происходит намного медленнее, чем воздуха); весьма ощутимое уменьшение значений этих коэффициентов при движении с юга на север и с запада на восток по региону; на многих участках исследуемой территории со-

временные тренды (за последние 12–14 лет) весьма отличаются от трендов в предыдущие годы, причем эти отличия носят иногда разнонаправленный характер.

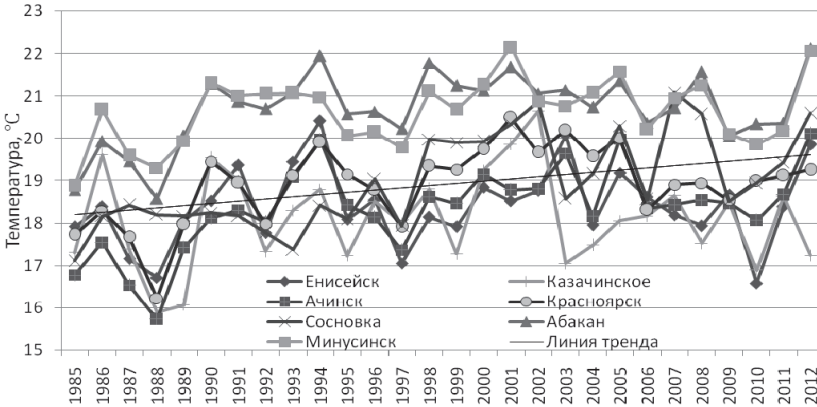


Рисунок. Динамика среднелетних температур южной части Красноярского края

Работа рекомендована ст. преп. Института Наук о Земле кафедры физической географии и ландшафтного планирования Ю.Н. Курочкиным.

УДК 631.471

ДИАГНОСТИКА ПРОЦЕССОВ ОПУСТЫНИВАНИЯ ПО ИЗМЕНЕНИЮ ПЛОЩАДЕЙ ЛЕСОПОЛОС В ПОЛУПУСТЫННОЙ ЗОНЕ НА ТЕРРИТОРИИ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

П.В. Буздакова, Ю.А. Литвинов, К.В. Чурсинова
Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону,
polinabuzdakova@gmail.com

Одна из самых важных ролей, выполняемых лесными полосами, предотвращение процессов опустынивания. В России данные процессы выражены особенно заметно в полупустынной зоне, в том числе и на крайнем юго-востоке Ростовской области – в Заветинском районе. Основные предпосылки этого процесса: аридизация климата и нерациональное природопользование, которые приводят к исчезновению растительности.

Исследования проводились путем сопоставления результатов оценки состояния лесополос по архивным данным института ЮЖНИИГИПРОЗЕМ (1974–1989 гг.) с их современным состоянием. Именно такой подход реализован в рекомендациях [1], и получил достаточно широкое распространение в нашей стране. Современное состояние лесополос оценивалось с помощью данных дистанционного зондирования Земли за 2016–2017 года, полученных из открытых источников. Сопоставление данных с архивными позволяет оценить изменение в состоянии лесополос и занимаемых ими площадей.

Таблица 1. Лесистость территории исследуемых хозяйств и ее изменение за период с 1974–1989 гг. по 2016–2017 гг.

Хозяйство	Площадь, занимаемая лесополосами, по годам, га		Разница		Скорость уменьшения площади лесополос, га/год	Лесистость, %	
	1974–1989	2016–2017	га	%		1974–1989	2016–2017
«Родина»	626	571	55	9	1.5	1.16	1.06
«Заветинский»	241	182	59	24.5	1.4	0.62	0.47
«Киселевский»	163	40	123	75.5	4.5	0.24	0.06

Возможными причинами изменения площадей лесных насаждений для хозяйств Заветинского района является то, что большинство деревьев подошли к своему критическому возрасту, и произошла их естественная гибель и засушливый климат, характерный для территории Заветинского района, неблагоприятно влияющий на произрастание древесной растительности.

Наиболее острая ситуация наблюдается в хозяйстве «Киселевский» Заветинского района, что вызвано сочетанием экстремальных характеристик климата и особенностей почвенного покрова совхоза «Киселевский»: здесь высок процент солонцов в составе почвенного покрова, которые негативно влияют на произрастание древесной растительности.

Литература

1. *Снакин В.В.* и др. Система оценки степени деградации почв. Пущино: Пущин. НЦ РАН, ВНИИприрода, 1992. – 20 с.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-04-00592.

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

УДК 631.4

ВОЗМОЖНОСТЬ ВЫЯВЛЕНИЯ ЗОН ТЕХНОГЕННОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛЕВОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ И ДИСТАНЦИОННЫХ ДАННЫХ

А.В. Бузылёв, Н.В. Минаев
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, il@li.ru

Территория Полевой опытной станции (ПОС) РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева имеет 250-летнюю историю сельскохозяйственного использования. Почвообразующие породы представлены моренными отложениями различного гранулометрического состава. Все это обуславливает формирование на исследуемой территории почвенного покрова, сложенного тремя типами почв: агродерново-подзолистыми, агродерново-подзолами и агроземами.

Согласно многолетним результатам лабораторных анализов, почвы ПОС по кислотности варьируют от среднекислых до нейтральных, по гранулометрическому составу легко- и среднесуглинистые, по содержанию гумуса среднегумусированные, по емкости катионного обмена наименее устойчивые к антропогенному воздействию.

На данный момент в ведущем аграрном ВУЗе страны до сих пор не разработана геоинформационная система территории пашни. Отсутствует даже базовый набор цифровых почвенных карт (ЦПК) по простейшему и крайне необходимому агрономам набору макро и микроэлементов, кислотности. Нет даже почвенной карты, не говоря уже о картограммах физических свойств почв и экологического состояния почвенного покрова.

Существующие локальные карты в своей большей массе разрабатываются по «опыту точного земледелия» и до сих пор закрыты и недоступны как студентам Университета, так и научным работникам.

В 2016 году инициативной группой сотрудников и студентов кафедр экологии и почвоведения была проведена GNSS-съёмка территории ПОС (свыше 40 га) с маркировкой узлов регулярной сетки шагом 10 м. Впоследствии был произведён отбор проб на определение основных агрохимических показателей качества почвы по пахотному (0–20 см) и подпахотному (20–40 см) горизонтам.

На основе анализа полученных данных были разработаны первые тематические слои основных агрохимических показателей территории ПОС РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева с шагом регулярной сетки 10 м.

В 2017 году подключились слои экологической информации о содержании базового набора тяжёлых металлов с аналогичной детальностью и послойностью пробоотбора.

Анализ полученных данных позволил выявить зоны локального загрязнения почв тяжёлыми металлами, в том числе с концентрациями превышающими ПДК, имеющими безусловно антропогенный характер. Так например в северной оконечности ПОС по верхней границе значительные превышения концентраций тяжёлых металлов по нашему мнению связаны с демонтированными на данный момент ГСК и комплексом автосервисов.

Более значимые превышения обнаруженные в центральной части ПОС вблизи лесополосы требуют дальнейшего изучения и детализации, так как захватывают значительный размер используемой посевной площади и как следствие, могут сильно влиять на результаты научных исследований.

Полученный набор картограмм на данный момент компилируется с имеющимися аэрофото- и космоснимками разной детальности с целью определения возможности расчётов индекса экологической напряжённости территории, получаемого исключительно на основании данных дистанционного зондирования без применения натурных съёмок.

УДК 631.47

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПОСЕВОВ ПШЕНИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

И. Веретельникова
Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева,
veretelnikovaomsk@yandex.ru

Агроэкологический мониторинг представляет собой систему специально организуемых во времени и пространстве периодических наблюдений за динамикой функционально-экологического состояния базовых компонентов агроэкосистем в целях обеспечения их рационального использования и охраны. Глобальная интенсификация сельского хозяйства устойчиво стимулирует активное развитие его современного информационно-методического обеспечения. Данные, полученные в процессе наблюдений и прогнозы, построенные на их основании,

имеют высокую ценность, как на региональном, так и локальном уровне. В России, одним из мировых лидеров по экспорту зерновых культур, особое внимание уделяется мониторингу посевов пшеницы. Однако, при проведении наблюдений, далеко не всегда удается учесть влияние на состояние посевов особенностей почв, рельефа и ландшафта исследуемой территории. Для решения этой проблемы активно используются данные дистанционного зондирования (ДДЗ) полевых агроэкосистем, получаемые как со спутников, так и с беспилотных летательных аппаратов. Интенсификация агротехнологий выращивания традиционной для Европейской части России озимой пшеницы и, получающей все большее распространение в России твердой пшеницы, актуализирует задачи совершенствования и локализации информационно-методического обеспечения их оперативного агроэкологического мониторинга, с учетом региональных особенностей зональных агроэкосистем.

В рамках проводимых ранее исследований, на примере представительных полевых агроэкосистем лесостепной зоны Омской области были отработаны методические вопросы автоматизированного кластерного анализа снимков, полученных с разрешением 5 м аппаратом Rapid Eye, на базе программного комплекса ENVI 4.7 – с уточнением влияния внутрипольной пестроты почвенного покрова на состояние посевов [1]. Полученная информация позволила дать оценку комплексности почвенного покрова и ее влияния на внутрипольную неоднородность посевов пшеницы.

Использование гиперспектральных спутниковых изображений значительно увеличивает точность применения ДДЗ при исследовании почвенного покрова и агроэкологического состояния посевов полевых агроэкосистем. Такие изображения представляют собой многомерные массивы данных, которые включают в себя пространственную информацию (2D) об объекте, дополненную спектральной информацией (1D) по каждой пространственной координате. Каждой точке изображения соответствует спектр, полученный в этой точке снимаемого объекта. Данные, полученные в результате анализа гиперспектральных изображений, позволяют значительно повысить точность итоговой классификации объектов. Использование подобной информации является перспективным решением для многих задач сельского хозяйства и охраны окружающей среды. В результате исследований, проведенных в Плавском районе Тульской области [2] были регионально и функционально локализованы перспективные методы картографирования отдельных характеристик почвенного покрова с составлением детализированных карт их пространственного варьирования и состояния посевов. Для ис-

следований было использовано изображение со спутника Hyperion с пространственным разрешением 30 м в 220 спектральных диапазонах видимой и инфракрасной области. В ходе работ были выявлены наиболее информативные каналы – B14, B21, а также установлены достоверные статистически значимые корреляционные связи между содержанием в верхнем горизонте почвы целого ряда элементов: Al, K, Si, Zr, Ca, Y, Sr – с данными полевого спектрометрирования.

В настоящий момент расширяется география исследований для условий представительных агроландшафтов лесной, лесостепной и степной зон на территории Московской, Владимирской, Курской, Самарской, Саратовской и Оренбургской областей. Для работы будут использованы изображения, полученные со спутников Landsat-7 и Landsat 8 за последние 10 лет. Итогом работы станет рамочная система информационно-методического обеспечения агроэкологического мониторинга посевов пшеницы.

Литература

1. *Березин Л.В., Шаяхметов М.Р., Веретельникова И., Чопозов А.П.* Использование материалов ДЗЗ для оценки потенциально плодородных залежных земель лесостепной зоны Западной Сибири // Сборник материалов III Международной конференции «Инновационные разработки молодых ученых – развитию агропромышленного комплекса». Ставрополь, 2014. С. 464–467.

2. *Веретельникова И.* Возможности дешифрирования свойств пахотных почв по данным гиперспектральной съемки (на примере тестового участка в Тульской области) // Материалы докладов первой открытой конференции молодых ученых «Почвоведение: горизонты будущего», 16–17 февраля 2017 г. *изд-во Почв. ин-т им. В.В. Докучаева (М.),* с.195–200.

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

УДК 631.10

РАЗНОВРЕМЕННЫЕ КАРТЫ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ КАК ИСТОЧНИК ИНФОРМАЦИИ О ПОЧВАХ И ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ (НА ПРИМЕРЕ НИКИТСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА)

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

История землепользования – бесценная информация для оценки почв и почвенного покрова. Сопоставление планов землепользования разных лет с помощью ГИС технологий является эффективным способом оценки характера воздействия на почвы в течение длительного периода времени. Целью данного исследования было изучение истории трансформации природных коричневых почв и почвенного покрова Никитского ботанического сада (НБС) с использованием ГИС на основе разновременных планов землепользования. В ходе работ проведено сравнение планов землепользования 1830, 1911, 1935, 1954, 1982 и 1990 годов из архива НБС. Для географической привязки и перевода карт в векторный формат использовалась программа ArcGIS 10.0.

Совмещение карт землепользования разных лет позволило составить обобщенную карту факторов антропогенного воздействия на почвы НБС. На ее основе была проведена систематизация почв сада: выделены ареалы природных почв, слабо или вовсе незатронутых хозяйственной деятельностью, затем, в зависимости от преобладающего фактора трансформации почв, введены различные типы антропогенно-природных и антропогенных почв. Установлено, что почвы под старыми древесными насаждениями (100–200 лет) в настоящие время имеют природоподобный облик. Террасирование и плантаж почв маслиновых рощ приводит к формированию турбоземов. Участки вблизи зданий и сооружений, вероятно нарушенные при строительстве, отличаются распространением урбостратоземов и урботемногумусовых почв. По всей площади сада встречаются ареалы урботемногумусовых почв на экраноземах, что объясняется изменением плана дорожно-тропиночной сети – засыпка старых дорожек для объединения соседних культурных фитоценозов. Почвенный покров бывших плодовых садов, а ныне выставочных участков роз и хризантем, характеризуется распространением агроземов структурно-метаморфических. На остатках фундаментов бывших зданий отмечены реплантоземы поверхностно-турбированные (цветники) и задернованные (газоны), а на участках длительного окультуривания под интродуцированными насаждениями – урбокоричневые почвы и урбостратоземы.

Изучение истории землепользования позволило сопоставить наличие разных типов антропогенных горизонтов в современных профилях почв с факторами антропогенного воздействия и интерпретировать некоторые свойства почв. Например, полученные данные показали, что локальные аномальные концентрации меди в почвах связаны с тем, что ранее на данных участках располагались плодовые сады, в которых широко применяли медный купорос как средство защиты растений. Установлено, что наличие в почвенном профиле отсыпок различного вещественного и гранулометрического состава – песок, дресва, гравий, щебень, галька, ракушечник, кирпичная крошка связано с положением почвенных разрезов на рекультивированных старых дорожках. Использование разновременных карт землепользования позволяет оценить примерный возраст насыпных гумусовых горизонтов, подстилаемых экраноземами и искусственно-сконструированных почв на остатках демонтированных зданий.

Сопоставление сведений о времени, видах и степени воздействий со свойствами почв показало, что признаки антропогенной трансформации недолговечны: они быстро «стираются» благодаря особым природно-климатическим условиям. В результате, менее ста лет формируются почвы с профилем и гидротермическим режимом (при условии отсутствия полива) характерным для природных коричневых почв средиземноморских субтропиков.

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

УДК 631.4

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛЕРОДА В МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВАХ ПОДЗОНЫ ЮЖНОЙ ТУНДРЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А.А. Гербер
Томский государственный университет, gerber.anna@list.ru

До сих пор недостаточно полными являются данные о неоднородности распределения углерода и механизмах его накопления в мерзлотных почвах севера Западной Сибири. Содержание органического углерода является важным параметром для оценки качества почв и характера их участия в глобальном углеродном цикле. Особенно актуально это для северных районов, где основные запасы углерода рассредоточены по всем минеральным горизонтам. Неравномерное распределение углерода в профилях мерзлотных почв происходит за счет криоген-

ного массообмена, то есть механического перемещения органического вещества. Крионарушения пространственного положения почвенных горизонтов, либо их частей, являются важным фактором формирования морфологического облика почв и их свойств.

Целью работы являлось изучение пространственной неоднородности распределения органического углерода в минеральных многолетнемерзлых почвах (криозёмы и глеезёмы) подзоны южной тундры Западной Сибири.

Исследования проводились в районе пос. Тазовский Ямало-Ненецкого автономного округа на ключевом участке, заложенном в верхней части юго-восточного мезосклона долины ручья. В пределах данной территории с хорошо выраженным нанорельефом почвенный покров представлен криозёмом глееватым и глеезёмом криогенно-ожелезненным с признаками криотурбаций под мохово-кустарничково-лишайниковыми сообществами.

Разномасштабное изучение распределения органического углерода и азота в минеральных почвах проводилось системой вложенных ключей от педона через полипедон к почвенной микрокомбинации (от микроводораздела к ложбине). Варьирование углерода в пределах педона было определено путем отбора образцов в ячейках сетки 5×5 см на стенке разреза глеезёма 90×240 см и криозёма 50×70 см. Полипедон изучали на наноключевом участке размером 11×11 м. Пробы на анализ отобраны с 48 точек на следующих глубинах: 2.5 см, 12.5 см, 27.5 см и 47.5 см. Исследование микрокомбинации от микроводораздела к ложбине проходило на микроключевом участке 47×135 м с бурением 50 точек по сетке квадратов. Пробы отбирались в каждой точке с 4-х фиксированных глубин: 0–5 см, 10–15 см, 25–30 см, 45–50 см. Для нано- и микроключа была произведена съемка нанорельефа и измерена глубина мерзлоты. Кроме того, у каждого образца определили цвет на спектрофотометре в системе CIE lab для выявления связи между яркостью образцов в педоне и полипедоне, и содержанию в них органического углерода.

В ходе изучения неоднородности распределения углерода было выявлено, что содержание его в пределах педона или полипедона сильно варьирует и накапливается в большей степени в минеральной толще, чем в верхнем органогенном горизонте. Связано это, преимущественно с крионарушениями, а именно криотурбационным погребением органического вещества, что характерно для почв тундровой зоны. В пределах микрокомбинации в суглинистых многолетнемерзлых почвах наиболее активно криотурбационные процессы протекают в ложбине микроключевого участка, в связи с дополнительным натечным увлажнением, что

способствует большему перемешиванию почвенных масс и накоплению углерода в минеральных горизонтах. В пространственном отношении от микроводораздела к ложбине прослеживается закономерность повышения содержания запасов углерода в органогенном горизонте, а также и во всем профиле, вследствие залегания погребенного углистого материала.

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

УДК 631.417

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТА EX-ANTE CARBON-BALANCE TOOL (EX-ACT) ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗА СОДЕРЖАНИЕМ ПОЧВЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ ТАДЖИКИСТАНА

О.В. Голубева
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
golubeva190@gmail.com

Многие развивающиеся страны, чья экономика сильно зависит от сельского хозяйства, в настоящем все чаще выбирают в качестве приоритетной политики климатически-адаптивное землепользование (climate-smart agricultural, CSA). CSA направлено на устойчивое повышение производительности и доходов сельского хозяйства, адаптацию и повышение устойчивости к изменению климата, а также сокращение выбросов парниковых газов (ПГ). Одной и главных задач CSA является поиск адаптивных технологий ведения сельского хозяйства для наиболее уязвимой части аграрного сектора – частных фермерских хозяйств. Одним из критериев оценки эффективности землепользования может выступать углеродный баланс (УБ).

Для принятия решений по использованию низкоуглеродистой (низкоэмиссионной) технологии в сельскохозяйственном секторе важно знать эффективность и общий баланс углерода с учетом наземных и подземных углеродных пулов в комплексе взаимосвязанных видов деятельности сельскохозяйственного цикла. Инструмент моделирования EX-ACT, разработанный ФАО для оценки баланса углерода и основанный на «предполагаемых величинах» для проектов в области сельского и лесного хозяйства (Bernoux et al., 2010; Ex-ante Carbon-Balance Tool – Ex-ACT), был применен для оценки эффективных методов землепользования с низким уровнем выбросов ПГ в частных фермерских хозяйствах в рамках Проекта по экологически устойчиво-

му землепользованию и жизнеобеспечению в сельской местности Республики Таджикистан (ELMARL RT).

Задачи исследования: (a) Использовать критерий «сокращение выбросов ПГ» для сравнительной оценки сельскохозяйственных технологий, которые считаются устойчивыми в различных природных и социально-экономических условиях. (b) Проверить применимость инструмента Ex-ACT для контроля за УБ на уровне с/х сообществ и частных фермерских хозяйств.

С помощью Ex-ACT были обработаны данные 2240 локальных подпроектов, реализуемых в сельской местности Республики Таджикистан с 2014 по 2017 год. Подпроекты были отобраны из шести пилотных районов, включая горные территории (2000–2500 м н.у.м.), предгорья (1000–1500 м н.у.м.), и долины (400–600 м н.у.м.).

Общий углеродный баланс имеет отрицательное значение: –260802.44 t-eq CO_2, что характеризует процесс накопления углерода в природных пулах. Все шесть пилотных регионов характеризуются отрицательным углеродным балансом, однако вклад в общий УБ каждого из них не одинаков. Горные районы вносят максимальный вклад в накопление углерода, что составляет 57.6 %, предгорья – 26.73 %. Минимальный вклад вносят долины – 15.67 %. Эта закономерность объясняется сочетанием локально отобранных подпроектов, а также степенью сельскохозяйственной активности в регионах – в долинах она максимальна. Максимально эффективными по критерию «низкой эмиссии» характеризуются подпроекты по возделыванию садов, их вклад составляет – 25 % (–137 т-экв на га за 20 лет), восстановление ирригационных систем – 18 % (–36 т-экв CO_2 на га за 20 лет) и посев многолетних трав на пастбища – 15 % (45 т-экв CO_2 на га за 20 лет). К мероприятиям с максимальной эмиссией относятся: животноводство – до 60 % от всех выбросов по Проекту. Строительство теплиц – 21 % и развитие рыбоводства – 6 %.

Работа рекомендована д.с.-х.н., в.н.с. МГУ им. М.В. Ломоносова Д.В. Карповой, д.б.н., г.н.с. ИГРАН Г.С. Куст.

УДК 631.41

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ НА ТЕРРИТОРИИ ДРЕВНЕГО ПОСЕЛЕНИЯ КОБАНСКОЙ КУЛЬТУРЫ (XIII–IX ВВ. ДО Н.Э.) НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

С.В. Зинчук
Пущинский государственный естественно-научный институт,
semenbigbang@mail.ru

Проведены химические и микробиологические исследования почв на территории древнего поселения кобанской культуры позднего бронзового века (XIV–XII вв. до н.э.) в Карачаево-Черкесской Республике.

Целью работы было проследить, как изменяются химические и микробиологические показатели почв на удалении от археологического памятника, и установить особенности антропогенного воздействия на почвы в древности.

Для оценки степени антропогенного преобразования почв на разном удалении от поселения были заложены почвенные разрезы для отбора образцов. В образцах проводили следующие исследования: содержание органического и минерального фосфора, определение уреазной активности и определение величины активной микробной биомассы методом субстрат-индуцированного дыхания.

Установлено, что антропогенное воздействие на почву в эпоху поздней бронзы привело к значительному изменению химических и микробиологических свойств почв, и эти изменения сохранились до наших дней. В первую очередь это относится к содержанию фосфора. Содержание фосфора является одним из важнейших признаков антропогенного воздействия на почву. В процессе жизнедеятельности человек концентрирует богатые фосфатами органические соединения, которые попадают в почву. Значения этого показателя в верхних слоях всех разрезов в незначительной степени превышают фоновые значения. В некоторых разрезах отмечаются существенные увеличения во всех слоях.

Применительно к археологическим памятникам высокая уреазная активность является показателем поступления мочевины в первую очередь с навозом, а также является индикатором мест содержания скота. Превышение уреазной активности в разных слоях почвы относительно фонового уровня отмечено в нижней части профиля практически во всех разрезах. Возможно, именно в этих слоях наиболее ярко проявляется антропогенное влияние.

Определение активной микробной биомассы является важным микробиологическим индикатором, показывающим общее состояние микробного сообщества почвы. Соотношение базального и субстрат-индуцированного дыхания (метаболический коэффициент) показывает степень устойчивости микробного сообщества, что может являться показателем антропогенного воздействия. Во всех разрезах в верхних слоях наблюдаются высокие значения активной микробной биомассы. Высокие значения метаболического коэффициента, отражающего устойчивость микробного сообщества, зафиксированы в нижних слоях почвы в горизонте B-C. Возможно, это естественное явление связано с профильным изменением свойств микробного сообщества почвы, но с другой стороны именно в этих слоях встречается керамика, что говорит об антропогенном влиянии в древности.

Использование химических и микробиологических методов почвоведения позволяет установить наличие и характер антропогенного влияния на почвы за пределами археологического памятника в древности.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 17-29-04257 ОФИ-М.

Работа рекомендована к.б.н. А.В. Борисовым.

УДК 631.412

ГИС ТЕХНОЛОГИИ В ТОЧНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Н.Е. Игнашев
Казанский (Приволжский) федеральный университет,
Ignashev13Nik@mail.ru

Известно, что основным источником азотного питания для растений являются нитраты и аммиак. Бобовые культуры могут усваивать атмосферный азот клубеньковыми бактериями, однако остальные не имеют такой способности и усваивают нитраты, которые поступают в корни растения и подвергаются ферментативному восстановлению до нитритов и далее до аммиака. В пахотных почвах содержание различных форм азота неоднородно даже в пределах одного поля, и его содержание может пространственно изменяться в зависимости от поступления в почву. В связи этим рост и развитие сельскохозяйственных культур происходит не равномерно. Поэтому для оценки и рекогносцировки этих неоднородностей используются новейшие технологии, такие как системы глобального позиционирования, т.е. точное земледелие.

В Высокогорском районе Республики Татарстан, находящемся в 20-ти км от г. Казань, на участке полевого опыта площадью 25 га из 12-ти точек с точно заданными координатами был произведен отбор почвенных образцов из пахотного слоя серой лесной почвы (глубина 25 см). Целью исследования было изучение пространственной закономерности распределения различных форм азота. Культура севооборота – кукуруза. Плотность пахотного слоя почвы опытного участка составила 1.4 г/см^3, полевая влажность на момент отбора образцов – 22.9 %. Содержание гумуса – 1.1 %. Были определены следующие формы азота: щелочногидролизуемый, аммиачный, нитратный, определены запасы азота в пахотном слое почвы, и построена карта распределения в пространстве.

Установлено, что содержание щелочногидролизуемого азота изменялось на исследуемом участке в пределах среднего (V = 17 %), показатели имели значения 3.2–5.5 мг/кг. Среднее значение содержания составило 4.4±0.2 мг/кг. Обеспеченность оценивалась как очень низкая.

Пространственное распределение нитратного азота изменялось значительно (V = 56 %) – 0.8–4.2 мг/кг. Среднее значение – 1.6±0.3 мг/кг. Наиболее значительные изменения в содержании (V = 71 %) наблюдались в распределении аммиачного азота – 0.3–6.5 мг/кг. Среднее значение содержания составило 3.0±0.6 мг/кг.

Исходя из результатов содержания аммиачного и нитратного азота, изменение в содержании минерального азота было также значительным (V = 45 %) и находилось в пределах 1.9–7.4 мг/кг. Средние значения – 4.6±0.6 мг/кг.

Были подсчитаны запасы азота в пахотном слое почвы, которые изменялись в значительных пределах (V = 43 %) – 71.7 кг/га – 240.6 кг/га.

Величина содержания минерального азота имела очень слабую корреляционную зависимость с содержанием гумуса (r = 0.2). Слабую корреляционную зависимость имела и величина содержания щелочногидролизуемого азота с содержанием гумуса (r = 0.3).

Построив карту распределения можно видеть точные координаты точек недостатка и избытка различных форм азота в пространстве. Данная карта позволит рационально распределить расчетные дозы перед внесением азотных удобрений и проведением дальнейших подкормок под следующую культуру севооборота. Такой подход позволит снизить расходы на производство единицы продукции, а также снизить нагрузку на окружающую среду.

Таким образом, ГИС технологии в точном земледелии позволяют получить детальную информацию о пространственной неоднородности почвенных характеристик сельскохозяйственных угодий, тем самым повысить урожай и снизить затраты.

Работа рекомендована к.б.н., доц. К.Г. Гиниятуллиным, к.с.-х.н. ассис. Л.Ю. Рыжих.

УДК 631.4

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА МАССИВОВ МЕРЗЛЫХ БУГРИСТЫХ БОЛОТ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (БАССЕЙН РЕКИ ПЯКУПУР)

Г.И. Истигечев, С.В. Лойко
Томский государственный университет, Istigechev.g@yandex.ru

Северные ландшафты все больше привлекают взгляды ученых. Сейчас известно о больших запасах законсервированного в мерзлоте органического углерода, а также потеплении климата, что приводит к развитию процессов деградации многолетнемерзлых пород. Но пока никто не в состоянии достоверно сказать, сколько углерода заключают в себе экосистемы криолитозоны, особенно в Сибири, и что станет с этими запасами органического углерода при увеличении мощности деятельного слоя.

Особенно интересны с точки зрения перераспределения высвободившегося органического вещества территории с «теплой», преимущественно не сплошной мерзлотой на южной границе криолитозоны. Эта область наиболее подвержена изменениям под действием климатических факторов, которые по последним прогнозам характеризуются увеличением температуры и повышением количества осадков.

Для исследования были выбраны массивы северотаежных мерзлых бугристых болот располагающиеся на северном макросклоне Сибирских Увалов (междуречье Пякупура и Чучуяхи). Изучаемая территория является уникальной в отношении площади занимаемой водоемами. Термокарстовые озера делят пространство примерно поровну с плоскобугристыми болотами. Сами же болота подразделяют на бугры, состоящие на 49 % из собственно бугров и на 30 % из термокарстовых просадок, и на мочажины – 21 %. Для каждого элемента характерны следующие морфологические и химические параметры: мощность деятельного слоя; мощность торфа; процент талого торфа от его общей мощности; содержание кислорода, показатели электропроводности, кислотности и концентрация растворимого углерода почвенных вод (табл.).

Таблица. Средние величины морфологических параметров болотных микроландшафтов и химических свойств вод.

	S, %	Мощн. деят-го слоя, см	Мощн. торфа, см	% талого торфа от мощности	O_2, мг/л	Cond, мкСм	pH	РОУ, мг/л
Бугор	49	90	77	75	4.2	98	3.5	78.02
Термо-карстовая просадка	30	165	105	83	4.8	77	4.0	57.51
Мочажина	21	215	97	98	3.1	58	3.7	49.67

Основной тип почв на исследованных участках – торфяные олиготрофные. В верхней части профиля чередуются слои сфагнового, зеленомошного и лишайникового торфа, в нижней части торфяной толщи ботанический состав становится лишайниково-кустарничковым с включениями древесного торфа, что говорит о мезотрофной стадии развития территории. Так же в нижней части были встречены угольки, указывающие на возможное выгорание части торфа в прошлом. Подстилают органогенную толщу пески. На буграх они, как правило, промерзшие, в термокарстовых понижениях мерзлота уходит глубже, а максимальная глубина ее верхней границы наблюдается в мочажинах. Так же наблюдается значительное количество углерода в подстилающих песках. Анализы на содержание углерода показали, что запасы в минеральной толще могут составлять 40 % и более запаса в торфяной толще для одной и той же площади.

Болотные экосистемы северной тайги содержат внушительные запасы органического углерода, между тем ввиду температуры мерзлоты близкой к 0 градусов, они являются очень динамичными и не устойчивыми, требуют более глубоких биогеохимических исследований для прогнозирования их поведения в условиях меняющегося климата.

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

УДК 631.412:582.29

РАСТВОРИМЫЕ МЕТАБОЛИТЫ БИОГЕННЫХ СУБСТРАТОВ

О.С. Кубик
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
kubik-olesia@yandex.ru

В настоящее время почвоведение вышло на новый рубеж развития, когда традиционные методы исследования почв уже не отвечают на поставленные вопросы, а современные физико-химические методы еще

не вошли в практику почвенных исследований (Спаркс, 2002). Современные физико-химические методы позволяют взглянуть на мир микрочастиц, определить их структуру, реакционную способность, обменные процессы (Зубкова, 2005).

Водорастворимые органические соединения (ВОС) почв – важнейший маркер процессов как современного, так и предшествующих этапов почвообразования. Функциональная роль ВОС наиболее отчётливо проявляется в экосистемах Крайнего Севера, характерной особенностью которых является образование значительных количеств низкомолекулярных органических соединений почв. Данная территория весьма чувствительна к изменению климатических условий. Оттаивание многолетней мерзлоты, вследствие потепления климата, приводит к разложению законсервированных в её толще органических соединений (в первую очередь, водорастворимых), что может способствовать увеличению эмиссии парниковых газов в атмосферу. Оценка содержания индивидуальных компонентов остается сложной задачей, что обусловлено их малыми концентрациями, химической лабильностью и подверженностью деструкции в процессе экстракции и концентрирования.

Объектом исследования выбраны биогенные субстраты (почвы и растительные образцы) экосистем Крайнего Севера. Методом ГХ/МС определен состав индивидуальных водорастворимых компонентов мхов *(Pleurozium schreberi*, *Racomitrium lanuginosum*, *R.canescens)* и лишайников двух систематических групп – *Peltigerales* и *Lecanorales*. Показана систематическая зависимость содержания свободных органических соединений в данных объектах. Установлено, что наибольший интерес в плане гумификации представляют пельтигеровые цианолишайники, поскольку содержание гумусовых предшественников в них в несколько раз выше, чем в леканоровых видах и мхах.

Раскрыты особенности образования ВОС торфяных почв в пределах бугристо-мочажинного комплекса (Воркутинский район). Исследуемые образцы отобраны в трех основных зонах траншеи на разных глубинах сезонно-талого слоя (до глубины 30 см) и многолетнемерзлых пород (до 240 см). Выявлено, что распределение соединений в горизонтально-вертикальном направлении определяется особенностями криогенного микрорельефа. Сезонно-талые слои в почвах участка характеризуются высокой пространственной вариабельностью содержания соединений, а многолетнемерзлое органическое вещество по данным характеристикам однородно. Снижение массы соединений от дневной поверхности к мерзлым грунтам составляет от двух раз (почвы торфяных пятен) до двух порядков (торфяные почвы периферии бугра).

Таким образом, идентификация ВОС весьма перспективное направление, развивающееся благодаря стремлению ученых-почвоведов воспользоваться методами других дисциплин для решения собственных задач.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке проекта РФФИ № 16-04-00749 «Кислотный профиль как базовый регулятор почвообразовательных процессов (на примере арктических экосистем)».

Выражаю благодарность к.б.н., в.н.с. А.Г. Заварзиной, к.г.н., н.с. А.В. Пастухову и к.г.н., с.н.с. Д.А. Каверину за помощь в выполнении работы.

Работа рекомендована д.б.н., доц., зав. лабораторией географии, генезиса и экологии почв ИБ Коми НЦ УрО РАН Е.В. Шамриковой.

УДК 631.47

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗНОРОДНОЙ ПОЧВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В ЗАДАЧАХ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ (НА ПРИМЕРЕ ЦЕЛИНСКОГО РАЙОНА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

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

Использование методов цифровой почвенной картографии и моделирования позволяют с высокой степенью точности проводить агроэкологический мониторинг на основе накопленных разнородных почвенных данных из различных источников. Объектом картографирования послужили показатели потенциального почвенного плодородия Целинского района Ростовской области (РО). Выбор объекта картографирования был обусловлен наиболее полным, по сравнению с прочими материалами обследования районов РО, набором данных физико-химических и морфометрических показателей почвенных разностей.

Для целей картографирования показателей почвенного плодородия материалы крупномасштабного почвенного обследования хозяйства были векторизованы, а субстантивные данные результатов физико-химических анализов и морфологического описания почвенных разрезов были подготовлены для последующего импорта в геоинформационную систему (ГИС). Векторизация архивных материалов почвенного обследования выполнена на основе методики, разработанной на кафедре почвоведения и оценки земельных ресурсов ЮФУ, с привлечением про-

странственных данных из открытых источников и программных продуктов с открытым исходным кодом (QGIS). Атрибутивные данные цифровой почвенной карты были приведены в соответствие с классификацией почв 1977 г.: проведена корреляция между местными, устаревшими названиями и наименованием почв по классификации 1977 г.

Почвенный покров района представлен черноземами обыкновенными (предкавказскими); лугово-черноземными почвами; луговыми почвами; солонцами; солонцами луговыми; солончаками; почвами балок (смытыми и намытыми почвами оврагов, балок и прилегающих склонов). Преобладающими почвами являются черноземы обыкновенные (предкавказские).

На основе оцифрованных материалов с помощью пакета программ ArcGIS 10.1 сформирована серия интерполяционных карт показателей потенциального почвенного плодородия, в частности: содержания гумуса, мощности гумусовых горизонтов, плотности сложения почвенных горизонтов. В качестве метода интерполяции был выбран метод обратно взвешенных расстояний. Анализ интерполяционных карт и создание карт по запасам гумуса проводилось с применением метода растрового анализа – «Алгебра растров». Сформированы карты по запасам гумуса каждого почвенного горизонта и интегральная карта запасов гумуса для слоя 0–20 см. Максимальные значения запасов гумуса составляют 115.43 т/га, минимальные значения составляют 76.87 т/га.

На основе данных агрохимического обследования Целинского района РО, предоставленные ФГБУ ГЦАС «Ростовский», за 2013 год были рассчитаны средневзвешенные значения для таких показателей как содержание гумуса, содержание подвижного фосфора и калия. Средневзвешенное значение по содержанию гумуса на территории Целинского района составляет 3.83 %, по подвижному фосфору – 15.3 мг/кг, по подвижному калию – 435 мг/кг.

УДК 574.2; 582.28

ДРОЖЖЕВЫЕ ГРИБЫ В ТРОПИЧЕСКИХ ЭКОСИСТЕМАХ

А.И. Морозова
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
anna-morozova-podolsk@mail.ru

Целью настоящего исследования стало выявление особенностей таксономического состава и структуры дрожжевых сообществ тропических экосистем.

Были определены следующие задачи:

– изучить таксономический состав дрожжей в тропическом регионе;

– установить закономерности распределения видов в пространственно-сукцессионном ряду;

– исследовать дрожжевое население фоновых и локусных субстратов.

Нами проанализирована серия образцов, отобранных в период с декабря 2013 г. по июль 2015 г в разных тропических регионах, в частности, в Мексике и на островах Ямайка, Куба и Шри-Ланка. Изучены листья нескольких видов растений, разлагающиеся растительные остатки и верхний почвенный горизонт, а также несколько видов сочных плодов и цветков.

Для учета дрожжей был использован метод посева на глюкозо-пептонную среду с добавлением дрожжевого экстракта. Выделенные штаммы группировали на основании культуральных и микроморфологических признаков. Окончательную идентификацию осуществляли с помощью анализа нуклеотидных последовательностей региона ITS1-5.8S-ITS2 и D1/D2 домена 26S(LSU) рДНК. Полученные данные обрабатывали программами Microsoft Excel и Statistica.

На листьях средняя численность дрожжей составила 10^4, в почве – 10^2 КОЕ/г. Следует отметить увеличение численности в опаде до 10^5 КОЕ/г для всех исследованных регионов. Вероятно, опад в тропиках играет роль подстилки в средней полосе – это промежуточная часть пространственно-сукцессионного ряда, содержащая клетки и с отмерших частей растений, и из почвы, что и приводит к росту числа обнаруженных дрожжевых грибов. В ходе исследования было выделено 80 видов дрожжей, 20 из которых являются новыми по принятым сейчас молекулярно-филогенетическим критериям.

В настоящее время мы изучаем субстраты из Национального парка Кат Тиен, расположенного в Южном Вьетнаме. Отбор образцов производили в ноябре 2015 и 2016 годов. Было проанализировано более 230 образцов следующих субстратов: листья растений на разных стадиях развития и разложения, корни, почва, цветки и плоды преимущественно дикорастущих растений, 10 видов многоножек и 9 видов термитов. Изучены также несколько образцов других типов субстратов: сок или смола растений, специфические структуры некоторых растений, плодовые тела грибов. Исследование образцов, отобранных в Кат Тиене, позволило нам выделить около 400 штаммов дрожжей, которые были отнесены более чем к 60 видам, свыше 20 из которых являются новыми. Несколько десятков культур пополнили нашу коллекцию; в настоящее время мы готовим описания новых видов.

Большинство выделенных нами штаммов являются представителями аскомицетовых дрожжей. Видовое разнообразие дрожжевых грибов, обнаруженных нами в тропиках, значительно превышает аналогичный показатель для других природно-географических зон.

Выполненная работа позволяет сделать следующие выводы:

– Дрожжевое население в субстратах тропических экосистем характеризуется высоким разнообразием, существенно превышающим разнообразие других природных зон.

– Выделенные дрожжи представлены как широко распространенными эвритопными видами, так и видами, которые обнаруживаются только в тропических областях.

– Основное отличие таксономического состава тропических дрожжевых сообществ – значительно более высокая доля аскомицетовых видов.

Работа рекомендована к.б.н., м.н.с. И.А. Максимовой.

УДК 631.452

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВ БУГРОВЫХ ЛАНДШАФТОВ КАМЫЗЯКСОКОГО РАЙОНА АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

В.К. Опенкина

Астраханский государственный университет, virus_26@mail.ru

Проблема исследования причин и закономерностей пространственной неоднородности почв и вариабельности почвенных свойств в последнее время обсуждается довольно широко. Каким бы однородным ни казался объект исследования, при проведении изучения почвенного покрова значения любого свойства будут варьировать.

Почвенный покров современной дельтовой равнины формируется в условиях ежегодного паводкового увлажнения, постоянного воздействия на почвообразовательный процесс близкозалегающих (0.3–2.0 м) минерализованных грунтовых вод. Почвообразующими породами являются аллювиальные отложения, в пределах «бэровских» бугров – хвалынские отложения. Тип почвообразования – пойменно-степной.

В качестве объекта исследования выбраны почвы в пределах бугра Бэра в 9 км от села Иванчуг в Камызякском районе, расположенного в пределах Прикаспийской низменности в южной части Астраханской области.

На геоморфологическом профиле, пересекающим бугор Бэра и окружающее пространство, было заложено 8 почвенных прикопок на глубину 30 см, расстояние между каждой прикопкой составляло 300 м. Для каждой почвенной прикопки выполняли точную геоинформационную привязку с помощью GPS-приемника. Почвенные образцы отбирались с глубины 0, 10 и 20 см.

Для изучения содержания солей в почвах и их пространственного варьирования использовались данные по величине плотного остатка водной вытяжки.

Наименьшее содержание солей (не более 0.2 %) соответствует слою 0–10 см от восточного шельфа бугра Бэра (1200 м) до ильменя (2100 м). Такое распределение солей объясняется изменением рельефа на данном промежутке трансекты и, соответственно, усилением влияния грунтовых вод. Учитывая, что автоморфные бурые полупустынные почвы оторваны от главного источника засоления – минерализованных грунтовых вод, залегающих на глубине более 6 м, наличие на некоторой глубине солевого горизонта предлагается рассматривать как остаточное явление предыдущих этапов формирования и развития.

Процесс гумусообразования протекает в исследуемых почвах на фоне нейтральной реакции почвенного раствора (pH 6.54–7.28). Варьирование содержания гумуса наблюдается на всем протяжении 20-см слоя почвы и составляет от 0.2 % на вершине бэровского бугра и до 2.8 % на шлейфе, вблизи расположения ильменя.

Исследования физико-механических свойств почв в пределах бугра Бэра показали, что почвы по физическим свойствам относятся к супесям мелкопылеватым-среднепесчаным, переходящим в нижней части профиля к суглинкам средним мелкопылеватым-среднепесчаным. При приближении к ильменю (на расстоянии 2100 м) резко увеличивается содержание мелкой пыли от 4.76 % (на глубине 0 см) до 30 % (на глубине 20 см).

Почвы на склоне бэровского бугра по содержанию натрия в обменном комплексе относятся к слабосолонцовым (5.98–10.01 %), на шлейфе процессы осолонцевания не наблюдаются.

Солевое состояние почв, содержание гумуса и содержание обменных катионов зависит от положения конкретного участка в рельефе, гидрологического режима территории и водных свойств почвы.

Работа рекомендована д.б.н., доцентом Л.В. Яковлевой.

УДК 631.4

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ КРУПНОМАСШТАБНОГО ЦИФРОВОГО ПОЧВЕННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ

А.Ю. Петровская, Н.И. Лозбенев
Сколковский институт науки и технологии, Москва,
Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва
anna.petrovskaia@skoltech.ru

Цифровое почвенное картографирование (ЦПК) к настоящему моменту утвердилось как успешная отрасль почвоведения, находящаяся на стыке географии почв, ландшафтоведения, общей картографии и информатики. Одной из основных задач цифрового почвенного картографирования на данном этапе является максимальная формализация всех стадий разработки картографической модели при сохранении классической схемы картографирования. Именно сложность данной задачи способствовала внедрению методов науки о данных, включающей статистические методы и методы интеллектуального анализа, в ЦПК.

Согласно классическому подходу к картографированию почв почвенный покров рассматривается как иерархически организованная система почвенно-географических единиц и компонент геосистем соответствующего уровня. Применение такого подхода в цифровом почвенном картографировании предполагает создание модели почвенно-ландшафтных связей на исследуемую территорию и рассмотрение почвенной карты как результат визуализации этой модели.

В нашем исследовании построение модели почвенно-ландшафтных связей было проведено методами статистического анализа и машинного обучения, а также было осуществлено сравнение полученных почвенных карт. Исследование было выполнено на основе данных, собранных в 2013–2016 гг. при детальном картировании почвенного покрова целинной лесостепи Среднерусской возвышенности.

Исходные материалы включают цифровую модель рельефа (ЦМР) с разрешением 2.5 м, морфологическое описание почв и глубину залегания карбонатов для 157 точек бурения, заложенных с учетом элементов микрорельефа. На исследуемой территории было выявлено чередование четырех родов почв (классификация 1977 года): черноземов типичных обычных (Чт), черноземов типичных карбонатных зоотурбированных (Чтк), черноземов выщелоченных обычных (Чв) и луговато-черноземных обычных почв (Лч). Основным фактором дифференциации почвенного покрова на рассматриваемой территории является вели-

чина слоя стока, определяющая глубину залегания карбонатов в почвенном профиле. Соответственно, для построения модели на основе ЦМР был рассчитан набор морфометрических величин, описывающий потенциальное перераспределение влаги микрорельефом.

Модели почвенно-ландшафтных связей были построены в среде R четырьмя методами машинного обучения: методом дискриминантного анализа (linear discriminant analysis), ансамбля деревьев решений (random forest), опорных векторов (supported vector machine) и байесовских сетей (bayesian neural network). Сравнение полученных моделей производилось на основе общей точности (соответствия смоделированных и фактических значений для каждого метода), индекса точности Каппа, учитывающего вероятность случайной согласованности переменных, и экспертной визуальной оценки почвенных карт, построенных на основе каждой из моделей.

В целом, все четыре модели имели высокую предсказательную точность (не ниже 70 %). Понижения на картах, построенных на основе моделей, заняты лугово-черноземными почвами и черноземами выщелоченными обычными, сурчиины – черноземами типичными карбонатными зоотурбированными, а общий фон представлен черноземами типичными обычными.

Исследование выполнено при поддержке РФФИ, проект № 17-04-02217.

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

УДК 631.95

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ

Д.В. Пивченко
РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, dpiv@mail.ru

Система поддержки и принятия агротехнологических решений для переноса агротехнологий (the Decision Support System for Agrotechnology Transfer, далее DSSAT) используется для разработки моделей развития сельскохозяйственных культур и прогнозирования урожая с учетом определенной местности и погодных условий конкретного года [1].

Главным преимуществом использования DSSAT в сельском хозяйстве является сокращение временных и финансовых затрат [2].

В представленной работе проводится изучение возможности адаптации системы поддержки и принятия решений DSSAT v 4.7 в рамках опыта Центра Точного Земледелия РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.

Процесс настройки моделей включает статистическую оценку сравнения результатов моделирования по отношению к данным полученным в ходе полевых наблюдений.

Была собрана информация по почве, агротехнологическим мероприятиям, системе применения удобрений, и климатическим условиям за 2016–2017 годы. Для создания параметров роста и развития озимой пшеницы в полевых условиях измерялись проективное покрытие, высота и густота растений, производился учет биомассы после цветения и перед сбором урожая.

В результате проведенных исследований для сорта озимой пшеницы «Л1» были оценены характеристики развития в среднестатических погодных условиях на конкретном поле. Развитие растений озимой пшеницы от фазы кущения до фазы цветения носило линейный характер и было описано линейными регрессионными уравнениями (R^2 = 0.98–0.99), и зависело от вида обработки: при безотвальной технологии развитие растений происходило быстрее, чем на отвальной.

Для анализа структуры урожая был проведен трехфакторный дисперсионный анализ, где в качестве факторов выступали: вид обработки – отвальная или безотвальная, система земледелия – точная и традиционная, и конкретная делянка. По всем параметрам урожая отличия наблюдаются только для вида обработки. Масса зерна с тридцати колосьев и масса 1000 зерен оказались больше на безотвальной обработке по сравнению с отвальной: в среднем 37.5 г и 45.9 г, а также 30.4 г. и 41.3 г, соответственно, с уровнем значимости 0.05. Для таких показателей, как длина колоса и число зерен в колосе отличий не наблюдалось.

Таким образом, в результате полевых наблюдений 2016–2017 гг. были получены точечные и интервальные оценки параметров для модели продукционного процесса озимой пшеницы в условиях дерново-подзолистых почв Центральной России.

Литература

1. *Jones, J. W.; Hoogenboom, G.; Porter, C. H.; Boote, K. J.; Batchelor, W. D.; Hunt, L. A.; Wilkens, P. W.; Singh, U.; Gijsman, A. J.; Ritchie, J. T.* «The DSSAT cropping system model». European Journal of Agronomy 18 (3–4): 235. 2003. doi:10.1016/S1161-0301(02)00107-7.

2. *International Benchmark* Sites Network for Agrotechnology Transfer. 1993. The IBSNAT Decade. Department of Agronomy and Soil Science, College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii, Honoluly, Hawaii.

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

УДК 550.8

ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ПОЧВ

А.И. Родионов, П.А. Рязанцев
Институт геологии КарНЦ РАН, Петрозаводск

Использование методов геофизики для изучения почв является перспективным направлением междисциплинарных исследований. На основе определения физических свойств почв можно делать выводы о неоднородностях строения почвенного покрова или прослеживать различные аномалии (например, повышенная влажность, соленость). Особенное положение в геофизике при исследовании почв занимают геоэлектрические методы. Эффективность их применения доказана многими авторами [Banton et al., 1997; Besson et al., 2004; Calamita et al., 2012], среди которых следует выделить работы Позднякова А.И., последовательно изучавшего данную тематику [Поздняков и др., 2004; Поздняков, 2009]. Основным направлением является измерение удельного электрического сопротивления (УЭС) или его обратной величины – проводимости. В зависимости от задач используются различные способы наблюдения – вертикальные электрические зондирования, электропрофилирование, а также электротомография.

При изучении почв геоэлектрическими методами влияние на получаемые результаты оказывает целый комплекс параметров, таких как влажность, минерализация поровой влаги, содержание углерода, температура и т.д. Некоторые эмпирические зависимости этих параметров показаны в [Pozdnyakov et al., 2006]. Следует отметить, в геоэлектрике любая горная порода может рассматриваться как трехфазная среда (вода-воздух-минералы), почву же необходимо рассматривать как четырехфазную (вода-воздух-минералы-органика). При этом основную роль в формировании значений УЭС играет влажность, поэтому определить другие свойства почв при анализе распределений УЭС является нетривиальной задачей.

Существует несколько способов решить эту задачу, например, за счет привлечения дополнительных геоэлектрических параметров среды, таких как вызванная поляризация (ВП). ВП характеризует способность среды поляризоваться под воздействием внешнего электромагнитного поля и зависит от таких свойств как конфигурация порового пространства, крупности зерен, наличия межфазного раздела сред, количества электрон и ионопроводящих частиц. Этот параметр связывается с УЭС эмпирическими формулами [Куликов, Шемякин, 1978; Комаров, 1980]. Важно, что современная аппаратура позволяет измерять УЭС и ВП совместно.

В качестве эксперимента были выполнены полевые работы на полигоне расположенном на Заонежском полуострове в Республике Карелия. В пределах исследуемого участка залегают специфические шунгитовые почвы (обогащенные минеральным углеродом). Цель работы заключалась в определении аномальных областей в почвах методами геоэлектрики. Измерения выполнялись в отдельных точках электроразведочным комплексом SGD (ООО «СибГеофизПрибор») и четырехэлектродной установкой с разносом между электродами 17 см. Была закартирована площадь около 10 га и получено две карты – УЭС и ВП. Дополнительно измерялась относительная влажность в точке наблюдений, был отснят рельеф полигона.

В результате установлено, что основные аномалии УЭС связаны с увеличением влагонасыщенности, которая приурочена к понижению рельефа. Таким образом, метод УЭС не позволил выделить специфические особенности шунгитовых почв. В свою очередь на карте ВП четко выделена локальная линейная аномалия, более чем в 10 раз превышающая фоновые значения. В аномальной и фоновой области были вскрыты разрезы, которые показали, что существует явное отличие в нижних горизонтах почв. Таким образом, использование комплекса методов позволило выделить и проследить набор параметров шунгитовых почв.

Работа рекомендована д.г-м.н., зав. лаб. геофизики ИГ КарНЦ РАН Н.В. Шаровым.

УДК 631.42

ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИЗАТОРА LECO CHN628 ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕРОДА В ВЫСОКОКАРБОНАТНЫХ МАЛОГУМУСНЫХ ОБРАЗЦАХ ПОЧВ

А.Г. Рюмин[1], А.М. Булышева[1], Т.Н. Мякшина[2]
[1]Санкт-Петербургский государственный университет, кафедра почвоведения и экологии почв, a.ryumin@spbu.ru
[2]Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино

Использование современных инструментальных методов исследования почвенных образцов позволяет получать результаты в сжатые сроки, с высокой точностью и воспроизводимостью. В то же время сложность оборудования, необходимость контролировать большое количество параметров приборов, индивидуальные особенности анализируемых проб, их качественный и количественный состав, матричные влияния могут отразиться на получаемых результатах.

Нами были проанализированы образцы из профилей агрочерноземов сегрегационных постагрогенных и пахотных Ростовской области (окрестности х. Недвиговка, ландшафтный заказник «Степи Приазовья») на анализаторе углерода, водорода и азота Leco CHN628. Было проанализировано по 15 образцов из 5 почвенных профилей (всего 75 проб). Образцы для анализа были растерты и просеяны через сито с ячеей 0.25 мм. В этих же образцах содержание углерода карбонатов определяли манометрически в герметичных сосудах с резиновыми пробками, куда приливали 10 % HCl и проводили измерения после 1 часа реакции с ней.

Изначально предполагалось, что образцы в печи CHN-анализатора, где температура составляет 950 °C, полностью разрушатся в среде кислорода, и будут получены данные по общему содержанию углерода, т.е. углероду органических соединений и карбонатов. Для всех профилей было получено закономерное уменьшение содержания общего углерода с глубиной. После сравнения результатов с содержанием углерода карбонатов, а также расчета углерода органических соединений по разнице между содержанием общего углерода и углеродом карбонатов стало очевидно, что для нижних слоев (глубина более 80 см) в большинстве случаев мы получаем отрицательные значения. Т.к. методика определения углерода карбонатов хорошо отработана, результаты согласуются с полученными на других образцах и с литературными данными, стало понятно, что проблема именно в данных CHN-

анализатора. Дополнительно общий углерод был сделан методом мокрого озоления по Антоновой-Скалабян-Сучилкиной (Орлов Д.С., Гришина Л.А., 1981), количество выделившегося в сосудах CO_2 определяли хроматографически и затем пересчитывали в углерод. Для верхних, наиболее гумусированных образцов, результаты обоих методов (инструментального и химического) были сравнимы, либо содержание общего углерода было выше для инструментального метода. Инструментальный метод, проводимый при высокой температуре и в токе кислорода, позволяет окислить и т.н. «black carbon», который, очевидно, недоокисляется при химическом методе. В нижних горизонтах химический метод показывал существенно более высокие результаты. Стало очевидно, что прибор плохо определяет общий углерод для нижних горизонтов почв, в которых при низком содержании углерода органических соединений высоко содержание углерода карбонатов.

Были выдвинуты следующие предположения относительно недоопределения углерода: неверная калибровка; неоднородные образцы; слишком большие навески, которые не успевают выгорать за время, отведенное на анализ; неоднородность температуры в печи, куда попадают пробы и др.

Визуально было отмечено, что пробы верхних горизонтов сгорают с яркой вспышкой, температура в печи повышается, а при разложении малогумусированных образцов нижних горизонтов реакция идет вяло, в печи падает температура, отдельные всполохи наблюдаются даже в конце стадии сжигания, а ток кислорода не только не способствует сгоранию пробы, но дополнительно охлаждает ее.

Серия специальных экспериментов позволила предложить наилучшие параметры и подходы к получению адекватных результатов анализа. Температура сжигания была поднята до 1000 °С. Немного глубже поставлен тигель, в котором происходит сжигание образца, что позволяет образцу лучше прогреваться и быстрее выгорать. Также была изменена последовательность внесения образцов – от нижнего слоя к верхнему по профилю почвы. Т.е., в первую очередь были проанализированы образцы с низким содержанием органического углерода, что позволяет им попадать в более горячую (нижнюю) часть тигля и более полно выгорать. В последнюю очередь анализировались образцы, которые и так способствовали повышению температуры за счет наличия относительно легкоокисляемого в токе кислорода органического вещества. Также была уменьшена навеска, что, с одной стороны, уменьшает количество аналита (определяемого элемента), а, с другой, способствует

более быстрому прогреванию образца и его полному сжиганию. При заполнении тигля более чем наполовину его заменяли на новый.

Можно сделать заключение, что применяя указанные выше подходы для нижних слоев почв при инструментальном измерении, содержание углерода в пределах ошибки определения сравнялось с тем, что было получено химическим методом. Т.е. для безгумусных образцов анализ на приборе Leco CHN628 позволяет определять содержание углерода карбонатов. Верхние слои дают очень хорошую сходимость результатов с полученными ранее (по стандартной методике) – различия редко превышают 3 относительных процента, т.е. для таких образцов изменение методики не обязательно.

Работа рекомендована в.н.с., д.г.н. О.С. Хохловой.

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

УДК 632.15

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТАЛЛОВ В СИСТЕМЕ «ЛИШАЙНИК-ПОЧВА» НА УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ г. КАЗАНИ)

А.С. Салмин[1], Д.Е. Шамаев[2]

[1]Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, salmin.andrei.93@gmail.com

[2]Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, Казань, ds1991n@gmail.com

Использование лишайников в качестве индикаторов загрязнений атмосферного воздуха связано с их высокой чувствительностью к целому ряду поллютантов, в том числе тяжелых металлов (ТМ). Отсутствие специальных органов водо- и газообмена и крайне низкая способность к авторегуляции являются причиной высокой степени соответствия химического состава лишайников и окружающей их среды.

Исследования проводились в 2015–2016 гг. на территории г. Казани в районах с различной антропогенной нагрузкой.

Отбор проб поверхностного (0–5 см) слоя почв выполнен по репрезентативной сетке из 70 станций, охватывающих основные функциональные зоны города. Лишайники отбирали в сухую погоду со стволов деревьев на высоте 1.5 м от поверхности земли по всей длине окружности ствола на соответствующих станциях.

В пробах почвы определяли концентрации подвижных форм ТМ (Pb, Cu, Co, Cr, Ni, Fe), экстрагируемых ацетатно-аммонийным буфером

с pH 4.8 согласно ПНД Ф 16.1:2:2.2:2.3.78-2013; конечное определение элементов в растворе выполнено атомно-абсорбционным методом на базе ИПЭН АН РТ. Пробоподготовка и определение массовой доли ТМ в талломах лишайников проводились рентгенофлуоресцентным методом согласно ФР.1.31.2014.17343 на базе факультета почвоведения МГУ им М.В. Ломоносова.

Для приведения абсолютных значений к стандартному виду полученные экспериментальные данные нормализованы относительно медианы всего массива по содержанию элементов в лишайниках и почвах.

Содержание меди и никеля в талломах лишайников и почвах обнаруживают сильную прямую корреляционную зависимость: 0.71 и 0.70, соответственно ($p<0.05$). Весьма слабыми корреляционными зависимостями в системе лишайник-почва характеризуются связи содержания свинца и хрома, коэффициенты корреляции которых составили 0.12 и 0.17, а также железа и кобальта –0.27 и –0.17, соответственно ($p<0.05$).

Примечательно, что превышение относительно медианы по меди в 1.5 раза (лишайники) и в 848 раз (почвы) наблюдается на станции моста Миллениум, крупнейшей транспортной развязке г. Казани и на которой ведутся с 2010 года интенсивные строительные работы. У никеля отмечена та же закономерность, но в 4.35 и 12.62 раза (в почвах и лишайников соответственно).

Работа рекомендована д.б.н., в.н.с., проф. Т.А. Трифоновой.

УДК 631.4

ГИДРОПЕДОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ЗАСОЛЕНИЯ КОТЛОВИНЫ ОЗЕРА НЕРО

Ю.В. Симонова
Санкт-Петербургский государственный университет, uvsim@yandex.ru

Гидропедологическая модель, являющая собой результат многочисленных совместных исследований гидрологов и почвоведов в последние десятилетия, позволяет представить распределение гидроморфных почв в пределах отдельно взятого водосборного бассейна. Определенные закономерности относительно связи почвенного гидроморфизма и засоления с расположением по отношению к областям питания и разгрузки подземных вод могут быть применены для поверхностей низких террас озера Неро (Ярославское Поволжье).

Геоморфологическая ярусность рельефа бассейна озера Неро (холмисто-моренный и грядовый рельеф с большим понижением в цен-

тре – террасированной котловиной озера), ответственная за регулирование потоков движения поверхностных и подземных вод, является одним из ключевых факторов, определяющих разнообразие почвенного покрова, компонентами которого являются почвы разной степени гидроморфизма. Для почв геохимически подчиненных ландшафтов, находящихся в зоне конвергенции потока воды с прилегающих возвышенностей и представляющих собой области разгрузки, в самом упрощенном виде характерно два типа гидроморфизма: пресноводный и солоноватый (соленый). Солоноватый тип значительно менее характерный для зоны вод выщелачивания (и выноса солей), приуроченной к гумидным областям.

Появление высокоминерализованных грунтовых вод (ГВ), обуславливающих солоноватый (соленый) тип гидроморфизма, обязано гидрогеологическим особенностям бассейна озера Неро. В приозерной котловине на вытянутых участках, соответствующих формам тектонических нарушений, происходит резкое сокращение зоны пресных вод. В зоне повсеместного распространения гидрокарбонатных кальциево-магниевых ГВ в результате проведенных ранее гидрологических исследований выделены границы фаций с водами гидрокарбонатного кальциево-магниево-натриевого, гидрокарбонатно-сульфатного, сульфатно-гидрокарбонатного, сульфатно-хлоридного состав. Среди них выявлена микрозональность грунтовых вод. Результаты химического анализа грунтовых вод, вскрытых отдельными почвенными разрезами на низких озерных террасах, показали изменение макрокомпонетного химического состава вод в сторону увеличения доли натрия (в некоторых случаях и калия), сульфатов и хлоридов, характерного для зон тектонических прогибов. Подтверждено превышение средней для Ярославской области величины минерализации (300 мг/л) и наличие точечных аномальных величин (до 2 г/л и более).

Образующиеся в результате смешения инфильтрационных вод, вод вышележащих возвышенностей (области насыщения), богатых растворенным веществом почв и отложений автоморфных позиций, переносимых через более глубокую систему потока подземных вод и подпитываемых из глубоких соленых водоносных горизонтов, ГВ достигают поверхности в разгрузочных депрессиях, способствуя развитию гидрохимической фациальности и солоноватого (соленого) почвенного гидроморфизма. Постепенное обогащение растворенными солями подземных вод и транспортировка во время эпизодов значительного атмосферного увлажнения приводят к увеличению солевой нагрузки потока в терминальных точках водосбора настолько, что в период сухих климатических эпизодов (соответствуют периодам межени) происходит осаж-

дение солей в почвенном профиле. Не только потеря воды вследствие эвапотранспирации, но и увеличение объема стока приводит к возрастанию концентрации растворенных веществ в воде, что может вызвать ряд реакций осаждения минералов. Изменения в химическом составе воды первоначально контролируются осаждением карбонатов, на второй стадии при значительной общей концентрации солей и присутствии в воде сульфатов происходит осаждение гипса (ангидрита). В зависимости от химизма грунтовых вод возможно осаждение и более растворимых солей (хотя, по всей видимости, этот процесс ограничивается избыточным атмосферным увлажнением зоны гумидного климата). В засушливых условиях климата подобные котловины превращаются в самосадочные солевые озера.

Для засоленных гидроморфных почв, как и для пресного типа гидроморфизма, характерны анаэробные условия почвообразования, что приводит к снижению скоростей разложения и минерализации растительного опада и накоплению почвенного органического вещества. Формирование срединного горизонта В в профиле отсутствует, поскольку доминирующим направлением движения воды является восходящее. В периоды еще низкого стояния грунтовых вод, но уже сколько-нибудь значительного вертикального промачивания потоком метеорных вод в почвенном профиле появляются зоны окисления, откуда постепенно растворяются и выщелачиваются соли, что приводит к ослаблению степени засоления в окисленной зоне. В экстремально влажные периоды уровень грунтовых вод повышается до уровня заболачивания (смыкания верховодки и грунтовых вод), так что результирующий поток может привести к площадному распространению засоления и выносу растворенных солей из гидроморфных солончаков в сопряженную гидрологическую среду и за пределы ландшафта.

Выводы: направление движения воды и растворенная нагрузка являются ключевым генетическим аспектом почв низких геоморфологических позиций котловины. Химия воды пресноводного озера Неро тесно связана с почвенными водами приозерной котловины и окружающих возвышенностей. Считаем, что гидропедологический подход является полезным инструментом прогноза типа почвенного гидроморфизма.

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

УДК 631.471

ВЫЯВЛЕНИЕ ЭРОЗИОННО-ОПАСНЫХ СКЛОНОВ НА ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА

А.Р. Сулейманов
Уфимский Институт биологии РАН, filpip@yandex.ru

На сегодняшний день во многих субъектах России увеличиваются площади орошаемых земель. Вызвано это сложными агрометеорологическими условиями, которые коснулись такой важный сельскохозяйственный регион как Республика Башкортостан. В связи с этим, в субъекте активно реализуются различные программы, направленные на увеличение площадей орошаемых полей, развитие систем мелиорации и т.д.

Так как при неправильной организации процесса орошения может быть вызван ряд негативных последствий для почвенного покрова (эрозия, заболачивание, вторичное засоление и др.), необходимо комплексно изучать орошаемую территорию. Ирригационная эрозия является одним из самых распространенных последствий, вызванных вследствие некорректного и неумеренного полива полей. В результате эрозии верхние слои почвы подвергаются деградации, и образуются овраги.

В связи с этим, главной целью исследования являлось выявление потенциально эрозионно-опасных участков с использованием геоинформационных технологий и цифровой модели рельефа. Дополнительно было определено содержание общего гумуса, подвижных форм фосфора, калия и щелочногидролизуемого азота. Исследование было выполнено в Иглинском районе Республики Башкортостан. Общая площадь территории составила 100 га.

Для проведения эффективной организации оросительных мероприятий необходимы высокоточные и актуальные картографические материалы. Так, для исследуемой территории, по результатам топографической съемки, был создан топографический план участка масштаба 1:5000. План выполнен в системе координат МСК-02 и имеет сечение рельефа через 0.5 м, что позволяет подробно и всеобъемлюще оценить рельеф территории на наличие опасных склонов.

Одним из главных инструментов в исследовании стали геоинформационные технологии, позволяющие комплексно использовать необходимую информацию на одну пространственно-временную область, а также моделировать и визуализировать различные процессы. Топографический план был визуализирован в ГИС программе, для дальнейших операций. Основная задача заключалась в создании трехмерной цифровой модели рельефа, которая позволила целостно взглянуть на территорию с высоты птичьего полета. Крутизна рельефа напрямую связана

с эрозионными процессами, поэтому, посредством инструментов геообработки, были созданы растровые изображения крутизны склонов и экспозиции поля. Определение крутых участков склона дало возможность быстро выявить эрозионно-опасные участки, серьезно влияющие на мощность стока и интенсивность смыва почвенного покрова.

В результате проведенных работ была комплексно изучена территория, отведенная под орошение. Построена цифровая модель рельефа, созданы карты крутизны склонов и экспозиции поля, на основе которых выявлены эрозионно-опасные участки, которые могут вызвать отрицательные процессы. Спроектированы производные карты содержания в почвенном покрове гумуса и питательных элементов, позволяющие определить нормы внесения удобрений под конкретные сельскохозяйственные культуры. Результаты исследования позволили избежать негативных последствий на сельхозугодиях, эффективно и рационально использовать территорию для дальнейших мероприятий по орошению.

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

УДК 631.10

ДВИЖЕНИЕ ВЛАГИ И РАСТВОРОВ В ПОЧВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ: МОДЕЛЬНЫЙ ФИЛЬТРАЦИОННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

М.С. Терашкевич
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
magyter@yandex.ru

Исследование переноса влаги и растворенных веществ в почве имеет важное значение и является актуальным предметом научных исследований в почвоведении, экологии, сельском хозяйстве. По сложно устроенному поровому пространству переносятся вода и питательные элементы, необходимые растениям, загрязняющие вещества, которые могут попасть в подземные воды и мигрировать по ландшафту. В условиях города важно изучение движения влаги в специально создаваемых конструктоземах для озеленения территории, сформированных различными генетическими слоями. Одним из методов, позволяющим оценить массоперенос в почвах, является проведение фильтрационных экспериментов с использованием веществ-меток, имитирующих сорбирующиеся и несорбирующиеся элементы.

Цель работы: изучить движение влаги и раствора хлорида калия на монолитах трёх почвенных конструкций, представленных резко контрастными по физическим и химическим свойствам почвенными слоями в специальных модельных экспериментах.

Были поставлены следующие задачи: 1. определить коэффициент фильтрации для разных горизонтов почвенных конструкций; 2. изучить особенности передвижения ионов калия и хлора в горизонтах почвенных конструкций методом анализа «выходных кривых» ионов; 3. определить параметры массопереноса ионов калия и хлора.

Объектом исследования были выбраны опытные площадки, созданные в июне 2012 года на территории Почвенного стационара МГУ им. М.В. Ломоносова и представляющих собой почвенные конструкции. Мощность насыпного слоя конструкций составила 30 см. Нижняя часть (12 см) представлена, тщательно перемешанным горизонтом Апах, снятым при формировании котлована под конструкции. Сформировано три варианта конструкций, различающихся строением верхних 18 см и представленных следующими профилями: 1. грунтовая площадка, полностью состоящая из горизонта Апах; 2. Апах (0–6 см), торф низинный (6–12 см) и песок (12–18 см) (слоистая); 3. смешанная конструкция из трех компонентов (смесь в соотношении – песок:торф:$А_{пах}$ = 1.92:1.0:1.5 по сухой массе). Для фильтрации был использован 0.1 М раствор хлорида калия. Определение концентрации ионов хлора и калия в порциях фильтрата велись потенциометрическим методом.

Наиболее высокая скорость фильтрации и значительный разброс значений наблюдаются в первом варианте, что связано с особенной сложностью и неоднородностью порового пространства гор. Апах. В целом, для всех вариантов наблюдается заметное снижение скорости фильтрации с глубиной, причем в слоистой конструкции и смеси значения более выравнены. В слоистой конструкции с глубины 18 см наблюдается водоупор.

Выходные кривые хлора варианта 1 расположены скученно, рост концентрации хлора резко возрастает в порциях фильтрата. Рост концентрации калия в колонках, отобранных из нижних слоев постепенно замедляется, в связи с вовлечением более мелких внутриагрегатных капилляров. Во 2-ом варианте выход хлора и калия наиболее постепенный, причем калий к четвертому такту не достигает значений концентрации подаваемого раствора. В смешанных колонках наблюдается наибольшее расхождение кривых калия и хлора и большой разброс значений в повторностях. Наибольший разброс значений шага смешения наблюдается в 1 варианте. В слоистом конструктоземе значения выравнены, а максимальный шаг смешения наблюдается в смешанных колонках.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 16-04-01851.

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

УДК 631.421:58.02

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПЕСТРООВСЯНИЦЕВЫХ ЛУГОВ ПРИ ДОЛГОВРЕМЕННОМ ВЫЖИГАНИИ

О.А. Токарева
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
tokareva1406@yandex.ru

В предгорных районах Большого Кавказа достаточно развито сельское хозяйство, в особенности скотоводство. Иногда местом для выпаса становятся альпийские луга на склонах гор, среди которых наибольшей продуктивностью характеризуются злаковые луга. Один из доминантов в этом сообществе – *Festuca varia,* которая каждый год образует много ветоши и большое количество побегов. Ветошь затеняет поверхность почвы, что не дает большинству растений давать побеги. Из-за этого ценность этих угодий как пастбищ уменьшается. Поэтому для поддержания высокой продуктивности они подвергаются искусственному выжиганию. Кроме искусственных пожаров часто возникают естественные, так как в горных районах обычны грозы, во время которых ветошь может легко воспламениться. Из-за сильных ветров пламя распространяется очень быстро, и потушить такие пожары трудно. Известно, что пожары обеспечивают смену растительных сообществ и изменяют свойства верхних горизонтов почв. Однако для альпийских лугов этот вопрос изучен недостаточно, поэтому мы поставили перед собой цель исследовать влияние долговременного выжигания ветоши на структуру фитоценоза пестроовсяницевого луга, химический состав растений и ветоши и на свойства почвы. Работа была выполнена на альпийском стационаре в Тебердинском государственном биосферном заповеднике.

Для этого в пределах фитоценоза, сформированного на горно-луговой альпийской почве, были выделены 10 площадок 1×1 м. Площадки находились на расстоянии 1 м друг от друга в два ряда. Пять контрольных площадок располагались выше по склону, а экспериментальные – ниже. На каждой из площадок были зафиксированы по 3 квадрата 25×25 см, размещавшиеся в одну линию вдоль по склону. Итого было заложено 30 квадратов. В течение 20 лет раз в два года ранней осенью на экспериментальных площадках ветошь выжигали. Для изучения изменения почв были отобраны образцы верхнего горизонта с глубины 0–10 см с помощью бура диаметром 5 см. В почвах определяли влажность, актуальную кислотность (pH), концентрации экстрагируемых N (N экстр), C органических соединений (C орг), $N\text{-}NH_4^+$ и $N\text{-}NO_3^-$. Экстрагируемый

органический азот (N орг) рассчитывали как разность между N экстр и суммой $N\text{-}NH_4^+$+$N\text{-}NO_3^-$. C и N микробной биомассы определяли методом фумигации-экстракции, содержание доступных P и K по методу Кирсанова, содержание обменных Ca и Mg по методу Гедройца.

Оценка биомассы видов растений и ветоши была проведена методом укоса на каждом квадрате. После этого в сухой биомассе определяли валовое содержание P, K, Ca и Mg методом масс-спектрометрии.

Всего на пестроовсяницевом лугу было встречено 42 вида сосудистых растений, относящиеся к 16 семействам, а также мхи и лишайники. Биоразнообразие ненарушенного сообщества представлено 28 видами. Доминантами данного сообщества являются *Festuca varia* и *Nardus stricta*. После выжигания общая биомасса сосудистых растений уменьшилась в два раза, а масса ветоши – в 8 раз. Доминанты, хотя их биомасса также уменьшилась, остались прежними. Отмечено появление 12-ти новых видов, а 5 видов полностью исчезли. Содержание изучаемых элементов в составе растений значимо изменяется только у *Nardus stricta*: P, Ca, Mg увеличились, а K уменьшился. В ветоши значимо увеличиваются концентрации P, Ca и Mg.

Почва, в целом, достаточно слабо реагирует на выжигание ветоши. В ней увеличились лишь концентрации $N\text{-}NH_4^+$ и N орг и уменьшились концентрации N микр, обменного Ca и подвижного P.

Работа рекомендована д.б.н. М.И. Макаровым.

УДК 631.427.4

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНИКИ ЛАЗЕРНОЙ ДИФРАКТОРМЕТРИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ КЛЕТОК КУЛЬТУРЫ *CHLORELLA VULGARIS*

М.А. Торопкина, А.Г. Рюмин
Санкт-Петербургский государственный университет, кафедра почвоведения и экологии почв, a.ryumin@spbu.ru, marimiana.toropkina@gmail.com

В течение нескольких лет наш коллектив занимается изучением влияния препаратов гуминовых кислот на живые культуры, в т.ч. одноклеточную водоросль *Chlorella vulgaris*. Нами используется ряд параметров, которые могут отражать влияние внешних факторов на физиологические процессы живого организма. Модификатором таких факторов или собственно фактором могут являться гуминовые кислоты.

Многочисленные исследования показали, что гуминовые вещества обладают широким спектром воздействия на живые организмы. Одним из важных влияний гуминовых веществ является физиологическая стимуляция процессов роста и развития организмов. Для оценки действия препаратов мы использовали следующие характеристики – прирост биомассы, интенсивность фотосинтеза и дыхания, а также численность клеток культуры *Chlorella vulgaris.* В ходе работы также использовалась оценка размеров клеток.

В нашей работе мы предлагаем два подхода к изучению распределения размеров клеток, которые позволяют ответить на вопрос, изменяется ли размер клеток под влиянием внешних факторов. Первый метод – прямое микроскопирование культуры *Chlorella vulgaris* с использованием камеры Горяева. Второй – метод лазерной дифрактометрии с использованием прибора Shimadzu SALD-2201. Первый метод является очень трудоемким, но формирует более достоверные результаты. Второй метод экспрессный, но его применимость к биологическим объектам и живым культурам, в частности, находится под вопросом.

Задача данной работы состояла в изучении возможности исследования биологических микрообъектов лазерным дифрактометром и разработке алгоритма, позволяющего получать достоверные данные. Можно отметить, что использование микроскопа позволяет напрямую измерять размеры клеток, т.к. в камере Горяева расстояния между опорными штрихами известны. В нашем опыте в серии фотографий необходимо измерить не менее 300 клеток, что в полном варианте требует не менее 100 тысяч измерений.

В нашем исследовании мы использовали препарат, выделенный из верхней 5-сантиметровой толщи чернозема парующего, находящегося в Стрелецкой степи (Курская область). Данный препарат в ранее проведенных опытах показал свою инертность относительно всех физиологических характеристик, исследуемых нами, т.е. не наблюдалось значительного прироста биомассы, изменения в показателях дыхания и фотосинтеза, а также численности клеток культуры. Именно с этим препаратом был проведен опыт по изучению размера и численности клеток культуры *Chlorella vulgaris*.

Для реализации поставленной задачи был заложен опыт, где использовалась культура *Chlorella vulgaris*, со. 157 из РЦ СПбГУ «Культивирование микроорганизмов», выращенная в условиях стерильности на среде Тамия. Рабочая концентрация раствора препарата ГК составила 0,003%. Суспензия хлореллы готовилась (разбавлялась питательной средой) таким образом, чтобы оптическая плотность на длине волны

680 нм в кювете 10 мм составляла около 0.1. Варианты постановки опыта: *а)* 24 часа с воздействием света; *б)* 24 часа без воздействия света; *в)* 5 суток с воздействием света; *г)* 5 суток без воздействия света. Для контроля были измерены параметры суспензии в момент постановки опыта. Для всех проб разных вариантов опыта измерено содержание растворенного кислорода с помощью анализатора МАРК-302Э, получены данные по распределению частиц на лазерном дифрактометре и сделаны фотографии через микроскоп для последующей обработки. Определение распределения частиц суспензии было проведено минимум в двукратной повторности.

Результаты распределения частиц на лазерном дифрактометре не могут быть использованы напрямую, т.к. прибор «видит» все частицы, которые встречаются на пути лазерного луча. В нашем опыте отмечается присутствие фракций менее 1.5 и более 7.0 мкм, что не может быть одиночными клетками культуры, исходя из литературных и полученных при помощи микроскопа данных. Выделение рабочего диапазона частиц необходимо указывать дополнительно для соответствующего перерасчета. В случае прямого учета клеток исследователь легко отличает клетки водоросли от других объектов.

Точную оценку численности клеток культуры возможно провести только методом прямого счета с использованием микроскопа – лазерный дифрактометр не дает такой информации. Косвенным показателем содержания клеток может служить оптическая плотность суспензии, но для дисперсных сред зависимость между «концентрацией» клеток и оптической плотностью нелинейна и требует дополнительного изучения. Наиболее целесообразным видится совмещение двух методов – лазерной дифрактометрии для оценки распределения клеток по размерам и прямого счета для установления количества клеток в суспензии.

Нами показано, что распределения размеров клеток, рассчитанные на основе прямого учета и лазерной дифрактометрии хоть и близки, но все же отличаются. Одной из проблем в использовании лазерной дифрактометрии является то, что прибор «видит» примеси, которые явно отличаются по своим размерам от клеток культуры, но для изучения их природы нужны дополнительные исследования.

Работа выполнена при поддержке РЦ СПбГУ «Культивирование микроорганизмов» проект № 116-7485.

Работа рекомендована д.б.н., проф. С.Н. Чуковым.

УДК 371.3

ПРОГНОСТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ В ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «ПОЧВЫ РОССИИ» В КУРСЕ «ГЕОГРАФИЯ РОССИИ» (8 КЛАСС)

М.А. Трофимова
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,
bezpantiy@mail.ru

Курс «География России» имеет огромное значение в школьной географии. Ведь именно данный курс позволяет эффективно учить каждого пониманию своего места в мире, в окружающей среде, ответственности за ее сохранение.

Цель данного курса направлено на овладение учащимися законченной системой географических знаний и умений, возможностями их применения в повседневной жизни [1].

Одним из жизненно важных умений, на наш взгляд, является прогнозирование. Уметь прогнозировать, значит, составлять предсказание возможного поведения природных систем, определяемого естественными процессами и воздействием на них человечества. Выделяют такие прогностические умения, как формулировать гипотезу, конструировать исследование, предвидеть будущее [2]. Прогностические умения очень сложные, так как требуют не только хорошие знания по прогностике, но и прогностическое мышление.

Поэтому формирование у учащихся прогностических умений, на наш взгляд, должен идти наряду с наличием систематического обращения к решению прогностических задач в разных темах географии. В данной статье рассмотрим прогностический аспект в изучении темы «Почвы России» (табл.).

Предлагая учащимся решать учебно-прогностические задачи в ходе изучения курса «География России», учитель способствует формированию развитию не только прогностических умений, но и повышению творческого прогностического мышления.

Литература

1. *Душина И.В.* Школьная география в период модернизации образования: успехи и просчеты// География в школе. 2009. № 4. – С. 34

2. *Захаров Д.В.* Географическое прогнозирование как элемент экологической подготовки школьников при обучении курсу География России. – С-П.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2007. – 21 с.

Таблица. Примеры прогностических задач по теме «Почвы России».

Прогностическое умение	Простые задачи	Сложные задачи
Формулировать гипотезу	К развитию каких заболеваний у людей приводит недостаток в почве йода?	Какие заболевания могут развиться у животных при отсутствии того или иного микроэлемента в содержании почвы?
Конструировать исследование	Зная, от чего зависит плодородие почв, составьте характеристику климата, рельефа и растительности территории, где могли бы образоваться плодородные почвы.	Проведите небольшое исследование на тему «Способы улучшения почвы в нашей местности».
Предвидеть будущее	Используя карты атласа, выделите районы на территории России, где характерно развитие (возникновение) процесса затопления и подтопления земель.	Как повлияют изменения почвенного покрова при развитии эрозии на специализацию хозяйства Якутии? Свой ответ обоснуйте.

Работа рекомендована д.п.н., проф. О.М. Кривошапкиной.

УДК 631.4/902.672

СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВОЙ АНАЛИЗ ПОВЕРХНОСТНЫХ ПРОБ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ ГОРИЗОНТА A_0 В РАЗНЫХ ТИПАХ ПОЧВ НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОГО РАЙОНА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.С. Царева
Томский государственный университет, tsareva.ni@yandex.ru

Изучение спорово-пыльцевых спектров поверхностных (субрецентных) проб, а также их сопряженный анализ с современным растительным покровом служат ключом к интерпретации спорово-пыльцевых спектров прошлого.

Отобранные поверхностные пробы обработаны сепарационным методом [1]. После чего был произведен палинологический анализ двух

образцов. Первый образец (обр. 1) отобран на левобережье Томского Приобья в окрестностях пос. Тимирязевское (~ в 300 м к северо-востоку от Песчаного озера). В месте отбора пробы произрастает сосновый лес с примесью березы и кедра в подлеске. Почвенный покров здесь представлен подзолистыми иллювиально-железистыми супесчаными почвами. Второй образец (обр. 2) отобран на правобережье р. Томи, в окрестностях г. Томска (Потаповы Лужки). Локальный тип растительности – березовый крупнотравный колок. Почвенный покров – серые лесные оглеенные.

Спорово-пыльцевые спектры (СПС) изученных проб показывают высокое содержание пыльцы деревьев в обоих образцах. Группа древесных и кустарниковых растений представлена следующими таксонами: *Pinus* sp., *Picea* sp., *Betula* sp., *Salix* sp. Единично встретились пыльцевые зерна *Alnus* sp., *Alnaster* sp. В спектрах образцов 1 и 2 из представителей многолетних однодольных трав постоянно отмечалось семейство *Cyperaceae*, но его доля не превышает 0.1–3.7 % от общего спектра. В спорово-пыльцевом спектре обр. 1 доминирует пыльца сосны с примесью березы, что адекватно отражает состав деревьев в пределах пробной площадки. В спектре обр. 2 доминирует пыльца березы при высоком участии пыльцы сосны (~ 40 % от состава группы). При этом в ботаническом описании пробной площадки обр. 2 хвойные деревья не отмечались; по-видимому, эти пыльцевые зерна были занесены. Зерна сосны обладают особым морфологическим строением, которое обусловливает перенос пыльцы от материнского организма на большие расстояния. Состав пыльцы деревьев в полученном СПС дает представление о региональной растительности. В меньшей степени образцы были насыщены пыльцой трав и спорами, несущие информацию о локальной растительности. Пыльца кустарничков и трав представлена такими семействами, как *Ericaceae*, *Cyperaceae*, *Apiaceae*, *Asteraceae*, *Chichoriaceae*, *Chenopodiaceae*, *Polygonaceae*, *Rosaceae*, *Scrophulariaceae*; из споровых растений в поверхностных спектрах присутствуют сфагновые мхи – *Sphagnum* sp. и однолучевые папоротники – Monolete type.

Исследования лесной подстилки A_0 подзолистой иллювиально-железистой супесчаной почвы (обр. 1) показали более благоприятные условия для сохранности оболочек спор и пыльцы, что обусловлено высокой кислотностью, препятствующей микробиологической активности.

Спорово-пыльцевой анализ почв можно применять при изучении истории растительности, поскольку анализ спорово-пыльцевых спектров субрецентных отложений дает хорошо интерпретируемые результаты. На воссоздание картины растительного покрова прошлого не

должны повлиять ошибки в интерпретации, которые могут образоваться при потере информации о реальной растительности в спорово-пыльцевых спектрах. Неточности формируются в отсутствии строгой стратификации почв (при наличии в образцах переотложенной пыльцы, неверно принятой за современную), присутствии микроорганизмов, неправильный палинологический отбор образцов.

Литература

Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии / Гричук В.П., Заклинская Е.Д. Монография. – Под ред. К.К. Маркова. – М.: ОГИЗ Государственное издательство географической литературы, 1948. – 224 с.

Работа рекомендована к.г.-м.н. А.В. Гулиной, к.б.н. О.Э. Мерзляковым.

УДК 631.421

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ АГРОЧЕРНОЗЕМОВ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЦВЕТ ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВ

А.В. Чинилин

РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, andreychinilin@gmail.com

Цвет почвы является ее важным диагностическим признаком, содержащим информацию о ряде ее свойств, и изучается достаточно давно. Классификационные названия многих почв происходят от их цвета (подзолы, бурые лесные, серые лесные, черноземы, каштановые почвы и др.). На анализе цвета основаны морфологические, микроморфологические, а также дистанционные методы изучения почв. На сегодняшний день существуют различные методы оценки цвета: цветовые шкалы и атласы, цветовые модели, спектральная отражательная способность (СОС) почв. Последний метод является наиболее объективным. На основе СОС почв может проводиться определение некоторых химических свойств, определение типов почв, диагностика эродированных почв, могут составляться почвенные карты и картограммы.

Целью настоящей работы является анализ связи СОС поверхности черноземных почв с особенностями почвообразующих и подстилающих пород с целью определения возможностей их дешифрирования по данным дистанционного зондирования.

Объектом исследования выступают почвенный покров, почвообразующие и подстилающие породы тестовых участков СХП «Белого-

рье» ЗАО «Агрофирма Апротек-Подгоренская» Подгоренского района Воронежской области. На большей части территории исследования распространены черноземы обыкновенные (Haplick Chernozems (Glossic, Ruptic) в классификации WRB, сегрегационные агрочерноземы в «КиДПР»).

Проведено полевое почвенно-ландшафтное обследование тестовых участков с отбором образцов для дальнейшего анализа СОС почв и изучения минералогического состава фракций (менее 1, 1–5, 5–10 и более 10 мкм), выделенных из образцов пахотных горизонтов и образцов подстилающих и почвообразующих пород.

По результатам минералогического анализа рентгендифрактометрическим методом и оценки полуколичественного содержания минералов фракции менее 1 мкм образцов почвообразующих и подстилающих пород было выявлено следующее: профили агрочерноземов, сформированных на покровных отложениях отличаются от профилей агрочерноземов, подстилаемых неогеновыми глинистыми и песчаными отложениями по следующим минералогическим показателям: наличию хлорита, большему количеству гидрослюд, отсутствию цеолитов. Неогеновые глинистые отложения фактически мономинеральны, в них резко доминируют смектиты с примесью цеолитов. Неогеновые песчаные отложения отличаются высоким содержанием каолинита и меньшим – гидрослюд. Следует сказать, что для минералогического состава фракции менее 1 мкм образцов пахотных горизонтов характерна та же тенденция и наблюдаются те же особенности, только чуть менее выраженные.

Выявлена связь между СОС и минералами-маркерами неогеновых песчаных и неогеновых глинистых отложений. Так, к примеру, получены достаточно хорошие результаты связи между СОС поверхности агрочерноземов и содержанием каолинита, как минерала-маркера неогеновых песчаных отложений – R^2_{cv} изменяется от 0.58 до 0.75 (в зависимости от стратегии предобработки кривых СОС), ошибка прогноза, т.е. $RMSE_{cv}$ – от 4.467 до 5.338, причем лучшая модель получена с помощью метода лассо-гребневой регрессии. Для лучшей модели наиболее значимыми переменными для прогнозирования содержания исследуемого минерала-маркера явились (в порядке убывания влияния) значения отражения при 900, 899, 895, 898, 894, 896, 897, 878, 879 и 893 нм.

Работа рекомендована д.с.-х.н., член-корр. РАН И.Ю. Савиным.

УДК 631.471

ПРИМЕНЕНИЕ НОРМАЛИЗОВАННОГО ОТНОСИТЕЛЬНОГО ИНДЕКСА РАСТИТЕЛЬНОСТИ (NDVI) ПРИ ОЦЕНКЕ РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДА НА ПРИМЕРЕ г. РОСТОВА-НА-ДОНУ

К.В. Чурсинова[1], Ю.А. Литвинов[2], Н.А. Димитрова[3], П.В. Буздакова[4]
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону,
[1]renonverbi@mail.ru, [2]litvinov_ua@mail.ru, [3]giro_natasha@mail.ru,
[4]posik_96@mail.ru

Вегетационный индекс (NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)) – нормализованный относительный индекс растительности, который позволяет оценить развитие биомассы растений во время вегетации (Катаев, Бекеров, Лукьянов, 2016).

Построение индекса NDVI по спутниковому снимку изучаемой территории позволяет оценить тип и состояние (степень нарушенности) растительного покрова, дает возможность оценить количество фотосинтетически активной биомассы в динамике на период проведения съемки (Бурцев, 2006). Проведение работ, посвященных оценке антропогенного воздействия на биосферные процессы, в том числе и на растительное сообщество, расширяется ежегодно.

В работе использовались снимки спектрорадиометра MODIS за июнь 2016 г.

Зеленые насаждения г. Ростов-на-Дону по дискретной шкале NDVI, находятся в удовлетворительном состоянии, баланс озелененной территории благодаря зеленой зоне города также находится на приемлемом уровне (ГОСТ 28329-89). В густонаселенных селитебных зонах города большая часть территории описывается разреженной и угнетенной растительностью, откуда можно сделать вывод, что густота посадки неравномерная.

Зоны рекреации за период вегетации пребывают в очень хорошем состоянии, они ярко выделяются цветом на фоне городской разреженной растительности, рассредоточенной в центральной части города, так как благодаря особенности отражения в NIR–RED областях спектра, природные объекты, не связанные с растительностью, имеют фиксированное значение NDVI.

Однако, минимальная пикселизация снимков Landsat 8 (это 30 м на один пиксель) исключает возможность детальной обработки местности, и позволяет видеть лишь картину в целом. Предполагается дальнейшая обработка полученных результатов с помощью дополнительных программ.

Литература

1. *Бурцев М.А.* Построение архива спутниковых данных для анализа динамики растительности //Сб. науч. статей «Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса (Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов)». Вып. 3. Т. 1. М.: ООО «Азбука-2000», 2006. С. 170–174.

2. *Катаев М.Ю., Бекеров А.А, Лукьянов А.К.* Методика выравнивания временных рядов вегетационного индекса NDVI, полученных по данным спектрорадиометра MODIS// управление, вычислительная техника и информатика. Томск: 2016, доклады ТУСУРа, Т. 19, № 1. С. 35–39.

3. *ГОСТ 28329-89:* Озеленение городов. Термины и определения. – Введ. 1991-01-01. – М: Ж.-ком. хоз-ва РСФСР.

Исследование выполнено по гранту РФФИ № 16-04-00592_а «Разработка принципов создания Красной книги почв в регионах степной зоны с высокой сельскохозяйственной освоенностью территории»

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

УДК 631.452

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РИСА НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ЛУГОВЫХ ПОЧВ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.В. Шараева, А.Ф. Абитаванова

Астраханский государственный университет, sharaevaa96@mail.ru

Для выращивания затопляемого риса используют в основном пойменные и дельтовые земли. Рис хорошо приспосабливается к различным почвенно-климатическим условиям и может произрастать на землях различного рельефа.

Почвы, вовлекаемые под культуру рис, вступают в фазу изменений вне зависимости от генезиса. Главным фактором, определяющим неогенезис, является специфический водный режим, приводящий к преобразованию интенсивности и направленности почвообразовательных процессов. Рис, высеваемый при затоплении, сильно уплотняет верхние горизонты почвы, в связи с этим водопроницаемость уменьшается. В течение всего оросительного периода уплотненный слой содержит воды больше. Чем остальные почвенные слои. После сброса поверхностной воды с чека подпахотный горизонт, где развиваются восстанови-

тельные процессы сохраняет токсические свойства. Наличие недоокисленных соединений приводит к дефициту кислорода, ухудшает питательный режим почвы.

В современной классификации, рисовые почвы следует относить к техногенным почвам. В соответствии с основными положениями мировой коррелятивной базы (2007), они были установлены одними из первых антропогенно преобразованных почв и отнесены к антросолям, которые имеют особый иррагриковый горизонт.

Объектами исследования послужили почвы антропогенно измененного дельтового ландшафта, бывшие рисовые чеки Икрянинского района Астраханской области, расположенного на юго-западе Астраханской области, в пределах западной периферии Волжской дельты и восточной окраины подстепных ильменей.

Территория обвалована в середине XX века для перекрытия доступа паводковых вод к планируемым сельскохозяйственным угодьям. В результате чего водный режим почв был нарушен. Почвы перестали подвергаться естественным промывкам от солей паводковыми водами, что привело к интенсивному развитию процессов вторичного засоления.

Длительное рисосеяние оказывает значительное влияние на экологию и морфологию почв. Резко изменяется растительный покров и микроклимат территории.

Для характеристики состояния почвенного покрова бывших рисовых чеков были заложены почвенные прикопки глубиной 60 см и один полнопрофильный разрез глубиной 130 см, проведено морфологическое описание почвенного разреза.

Почвенный покров исследуемой территории представлен луговыми остепеняющимися почвами. Луговые остепеняющиеся почвы в верхнем горизонте содержат 1.1–2.7 % гумуса. С глубиной содержание гумуса резко падает. Обеспеченность почв подвижным фосфором и обменным калием для всех групп сельскохозяйственных культур средняя и низкая (содержание фосфора 1.4–3.6 мг на 100 г почвы, калия – 13.3–48.1 мг на 100 г почвы). Содержание валового азота составляет 0.08 %. Солончаковые разновидности луговых остепняющихся почв имеют среднюю и сильную степень засоления почвенного профиля. Тип засоления хлоридно-сульфатный, хлоридный и сульфатно-хлоридный.

Возделывание риса с постоянным затоплением чека меняет свойства исследуемых почв: из почвенной толщи интенсивно вымываются подвижные формы элементов питания растений, в почве развиваются восстановительные процессы, происходят глубокие изменения ее органических и минеральных компонентов. В результате длительного затопле-

ния разрушаются почвенные агрегаты, наблюдается вынос мелкопылеватых и иловатых частиц из пахотного слоя. Нарушение водного режима бывших рисовых чеков привело к развитию засоления в этих почвах.

Работа рекомендована д.б.н., доцентом Л.В. Яковлевой.

УДК 631.471

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ПОЧВЕННОЙ КАРТОГРАФИИ: ИСТОРИЯ ВОПРОСА И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

Л.А. Шмелёв
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
leoshmel96@mail.ru

Почвенная карта давно стала неотъемлемой частью многих географических исследований. С течением времени процесс её составления был неоднократно модернизирован, в связи, усовершенствованием методик изучения почв, развитием концепции структуры почвенного покрова (СПП), внедрением в процесс цифровых технологий и т.п. В настоящее время интерес к качественным почвенным картам сильно возрос [2], что способствует активному развитию цифровой почвенной картографии, как основного источника) актуальной почвенной информации.

Почвенная картография в ее современном понимании появилась практически одновременно с развитием почвоведения как самостоятельной науки. Первой почвенной картой, основанной на принципах генетического почвоведения, принято считать десятиверстную (М 1:420 000) почвенную карту Нижегородской губернии, составленную В.В. Докучевым и его сотрудниками по результатам работ, выполненных в 1882–1886 гг. по заказу земства и вошедшую в «Материалы по оценке земель Нижегородской губернии».

В основу методики составления почвенных карт положена гипотеза В.В. Докучаева о том, что «почва всегда и всюду является простой функцией от следующих почвообразователей: 1. характера (состав и строение) материнской горной породы; 2. климата данной местности; 3. массы и характера растительности; 4. возраста страны и, наконец, рельефа местности…» [1]. Процесс обработки данных о пространственном распределении почв производился вручную: контура выделялись экспертами почвоведами на основании топографической основы и карт факторов почвообразования. С конца 1940-х годов при составлении почвенных карт стали широко использовать аэрофотоснимки.

Существенные изменения в подходах к составлению почвенных карт произошли с начала 1970-х годов в связи с внедрением компьютерных технологий (ГИС-пакеты, StatSoft Statistica, R и др.) и появлением данных дистанционного зондирования с космических носителей. Совершенствование методик на основе геоинформационного картографирования позволило упростить процессы наложения факторных основ, повысить точность географической привязки и улучшить качество оформления итоговых почвенных карт. Были разработаны и продолжают разрабатываться новые методы математико-картографического моделирования распределения различных почвенных свойств (мощность гумусового горизонта, pH, глубина залегания карбонатов и т.п.).

Широкое использование данных дистанционного зондирования с космических носителей позволило использовать в почвенных исследованиях спектральные характеристики почвенного и растительного покрова, в том числе, в динамике, за различные временные периоды. Отдельным направлением стало использование для характеристики почвенного покрова различных спектральных индексов, в том числе почвенных.

В начале XXI века произошло важнейшее методологическое изменение в подходах к картографированию почв. Классическая схема В.В. Докучаева была модернизирована до более полной модели scorpan, где s – почва (другие характеристики почвы); c – климат (локальные климатические характеристики); o – организмы, растительность, фауна, человек; r – рельеф (морфометрические величины); p – материнская порода, литология; a – возраст, время; n – пространственное положение [2].

Источниками данных о факторах почвообразования по модели scorpan являются пространственные переменные, полученные либо в результате обработки данных дистанционного зондирования (морфометрические характеристики, определенные по цифровым моделям рельефа; спектральные индексы, вычисленные с использованием различных каналов многозональных данных); либо путем перевода в цифровой растровый формат существующих бумажных карт; либо за счет моделирования (интерполяции) данных наблюдений в отдельных точках.

Обработка таких пространственных переменных определенными методами математико-картографического моделирования позволяет создавать карты почвенных таксономических единиц и почвенных свойств на основе регулярной сетки ячеек, а не однородных ареалов почвенных таксонов.

Таким образом, за 150 лет подходы к составлению почвенных карт неоднократно изменялись как вследствие развития почвоведения как науки, так и благодаря появлению новых технологий.

Литература

1. *Докучаев В.В.* Главные моменты в истории оценок земель Европейской России, с классификацией русских почв // Материалы к оценке земель Нижегородской губернии. Естественноисторическая часть. Отчет Нижегородскому земству. Вып. 1. – СПб., 1886. 391 с.

2. *Digital Soil Mapping* with Limited Data / Eds. A.E. Hartemink, A. McBratney, M.L. Mendonca-Santos. Springer, 2008. 445 p.

3 *McBratney A.B.* Mendonca Santos M.L., and Minasny B On digital soil mapping // Geoderma. 2003. № 117. P. 3–52.

Работа рекомендована с.н.с. О.В. Черницовой.

Школьная секция

Почва в нашей жизни

УДК 574.21

РАКОВИННЫЕ АМЕБЫ КАК БИОИНДИКАТОРЫ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ЛЕСА

А.А. Акавова, Е.А. Галанцева, Н.Д. Беляева
Педагоги: Т.А. Иудина, С.А. Васильева
ГБУ ДО Дворец детского (юношеского) творчества Московского района Санкт-Петербурга,
eco_ddut@mail.ru

Одной из актуальных проблем почвенной биологии в настоящее время является изучение таких облигатных обитателей почвы как раковинные амебы (*Rhizopoda, Testacea*). Они образуют наиболее крупную по численности и видовому разнообразию группу почвенной микробиоты.

В почвенных биоценозах тестацеи активны во многих биодинамических процессах: они участвуют в становлении ценнейшего качества почвы – плодородия, регулируют численность бактерий, используя их в качестве пищи.

Несмотря на целый ряд работ, выполненных по экологии и биологии раковинных амеб, эта многочисленная и важная группа по своей функциональной активности в природе изучена до сих пор недостаточно.

Целью данного исследования является выявление токсического действия солей тяжелых металлов на почвенные раковинные амебы. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: провести анализ фауны почвенных раковинных амеб на загрязненных и контрольном участках; рассчитать количественный состав раковинных амеб на загрязненных и контрольном участках; определить содержание ионов тяжелых металлов в почвах загрязненного и контрольного участков.

Объект исследования – раковинные амебы, обитающие преимущественно в верхнем горизонте почвы А0–А1. Образцы почвы взяты в 2016–2017 годах. Контрольный участок выбран в лесном массиве п. Токсово Ленинградской области, в отдалении от автомобильных трасс, промышленных предприятий, жилых массивов. Образцы почвы, подвергающиеся антропогенному воздействию, взяты вблизи северной ТЭЦ и бетонного завода (пос. Ново-Девяткино).

Проведено исследование образцов рентгенофлуоресцентным методом. Результаты исследования показали, что содержание ионов тяжелых металлов на загрязненном участке намного превышает значения ПДК (ТМ) в почве. Исключение составили два элемента: никель и ванадий. На контрольном участке содержание ионов тяжелых металлов находится в пределах норм ПДК (ТМ) в почве.

Нами было установлено, что среди почвенных простейших раковинные амебы являются самыми устойчивыми к действию солей ТМ среди почвенной микрофауны.

Однако на загрязненном участке, где была обнаружена повышенная концентрация ТМ, у раковинных корненожек наблюдались морфологические и физиологические изменения: деформация раковинок; образование защитных жизненных стадий (предцист, цист покоя, зигоцист); трофозоиты, устье которых закрыто «детритной пробкой»; пустые раковинки. Наличие данных стадий в популяции является показателем техногенных нарушений в почве.

Исследование количественного состава амеб показало, что численность корненожек варьирует в зависимости от условий обитания.

Проведённый анализ фауны почвенных раковинных амеб на загрязненном и контрольном участках показал, что существует различия по видовому составу.

Руководители:

1. Т.А. Иудина, к.б.н., доцент, методист, педагог дополнительного образования ГБУ ДО ДД(Ю)Т ДД(Ю)Т Московского района.

2. С.А. Васильева, аспирант ФГБУН ИФ им. И.П. Павлова, педагог дополнительного образования, педагог-организатор ГБУ ДО ДД(Ю)Т Московского района Санкт-Петербурга.

УДК 631.459

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ ПОЧВЕННОЙ ЭРОЗИИ С ПОМОЩЬЮ КОСМОСНИМКОВ НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ ОЗЕРА «АСЛЫ-КУЛЬ»

Б.С. Алексеев
Педагог: И.М. Морозова
МБОУ ДО «ДЭБЦ «Росток», МБОУ СОШ № 103, Уфа,
demadebc@mail.ru

Эрозия является одним из наиболее распространенных видов деградации почв, наносящих большой экономический и экологический ущерб. Она относится к числу тех глобальных проблем, актуальность которых не только не уменьшается в ходе исторического развития, но и приобретает все большую остроту.

Проблема эрозии почв особенно актуальна для Башкортостана, где водной и ветровой эрозии подвержено около 67 % общей площади сельскохозяйственных угодий.

Актуальна проблема эрозии и для природного парка оз. Аслы-Куль, где в совокупности с незаконной хозяйственной деятельностью, значительной рекреационной нагрузкой, многолетним выпасом скота создается угроза его экологическому состоянию.

Цель работы: изучение многолетней динамики почвенной эрозии на склонах, подвергавшихся выпасу скота на южном берегу озера природного парка «Аслы-Куль». Для достижения цели на космических снимках за период с 1986 по 2016 гг. выявлялись соотношения площадей участков, подвергшихся почвенной эрозии и сохранившегося травостоя; оценивалось влияние почвенной эрозии на образование оврагов; разрабатывались рекомендации по охране и восстановлению почв в окрестностях озера Аслы-Куль

Изучение многолетней динамики почвенной эрозии на южном берегу озера Аслы-Куль проводилось с использованием спектрозональных (многоканальных) космических снимков среднего разрешения (30 м на пиксель) со спутников серии Landsat (Landsat 5, 7, 8), скачиваемых с сайта Геологической службы США (http://glovis.usgs.gov/), а также с использованием космических снимков высокого разрешения (1 м на пиксель), скачиваемых с Интернет-сайта BingMaps.

Были отобраны летние снимки 1986, 2002 и 2016 годов. Космоснимки подвергались радиометрической калибровке и атмосферной коррекции (для устранения влияния атмосферных аэрозолей на точность измерения). Обработка космоснимков (загрузка снимков в ГИС проект, оконтуривание оврагов, определение их площадей, размеров) производилась с помощью программы QGIS, которая ориентирована на обработку растровых изображений с различных спутников. В QGIS можно создавать и редактировать векторные данные, а также экспортировать их в разные форматы.

В результате дешифрования космоснимков мы установили, что на южном склоне озера Аслы-Куль за период с 1986 г. по 2002 г. участки почвенной эрозии увеличились на 53.2 га.

В период с 2002 по 2016 г.г. произошло частичное восстановление травянистой растительности и уменьшение площади земель, подвергающихся эрозии, на 73.3 га. Возможная причина – уменьшение поголовья скота и климатические факторы.

Одновременно нами обнаружено, что за период с 1985 по 2016 г.г. (31 год) процесс образования оврагов на исследуемом участке, несмотря на частичное восстановление травянистой растительности, не прекратился, образовались новые овраги.

Почвенная эрозия повлияла на удлинение на 887 м 2 существующих и образование 3 новых оврагов общей длиной в 875 метров.

Рекомендации по охране и восстановлению почв в окрестностях озера Аслы-Куль:

– соблюдение норм выпаса и рекреационных нагрузок с учетом почвенно-климатических условий, величины потоков талых вод, крутизны склонов и особенностей каждого участка;

– полосная посадка кустарниковой растительности поперек склона, бровках оврагов и водосборных площадях.

УДК 631.4

ИЗУЧЕНИЕ ДЕЗИНТЕГРАЦИИ МИНЕРАЛОВ В ПОЧВЕ

М.К. Анциферов
Педагог: Т.Ю. Панович
МБОУ-лицей № 22, г. Орел, mishaantseferov@mail.ru

Процесс дезинтеграции минерального вещества – это измельчение пород любого состава, их обломков, минералов (первичных и вторичных) без изменения минералогического и химического составов, идущее в сочетании с различным по интенсивности физико-химическим изменением пород. Температурная дезинтеграция заключается в тепловом расширении и сжатии минеральных компонентов, что приводит к раскрытию трещин. Она определяется резкими амплитудами суточных температур воздуха, и протекает повсеместно, т.е. во всех местах с материалом способным к измельчению. Вопрос физической дезинтеграции минералов в почвах до настоящего времени мало исследован. Целью работы было изучение процесса температурной дезинтеграции минералов в модельном эксперименте и в почвенных условиях.

Материал и методика исследования. Провели наблюдения за ростом кристаллов из насыщенных растворов медного купороса, железного купороса, красной кровяной соли и хлорида калия и натрия. Кристаллы красной кровяной соли и медного купороса подвергли циклу нагревания (50 °С) и охлаждения (–18 °С) и фиксировали процесс разрушения кристаллов. Минералы крупных гранулометрических фракций чернозема выщелоченного изучали под бинокуляром.

В ходе исследования было обнаружено, что на первых этапах роста кристаллы имеют совершенную структуру, но по мере увеличения размера начинают появляться дефекты.

Изучение температурной дезинтеграции минералов проводилось на образцах медного купороса и красной кровяной соли. При многократном нагревании и охлаждении было замечено, что быстрее подверглись разрушению более крупные кристаллы. Среди кристаллов медного купороса (длина 1.5–2.0 мм) трещины были диагностированы через 10 циклов. В течение следующих двадцати циклов на кристаллах стали появляться места не пропускающие свет. Постепенно весь кристалл помутнел и растрескался. Раскол кристалла на части произошел через 50 циклов. Кристаллы красной кровяной соли значительно мельче (0.25 мм). Первые трещины обнаружились спустя 40 циклов.

Изучение минералов в микроагрегатах размером более 0.5 мм, 0.25–0.50 мм и 0.25–0.01 мм гумусоаккумулятивного горизонта с глубины 0–20 см чернозема и почвообразующей породы показало следующее. В гумусоаккумулятивном горизонте отсутствуют индивидуальные зерна минералов размером крупнее 0.25 мм. Частички крупностью 0.5–1.0 мм и 0.25–0.50 мм представляют собой агрегаты из смеси пылеватых и глинистых частиц, прочно склеенных гумусовым веществом и оксидами и гидроксидами железа и алюминия.

В породе агрегаты 0.5–1 мм состоят из склеенных зерен минералов оксидами и гидроксидами железа и алюминия. Во фракции 0.25–0.5 мм появляются отдельные минеральные зерна.

Зерна минералов фракции 0.01–0.25 мм по сравнению с породой имеют несовершенную форму: они слабоугловатые, трещиноваты, поверхность сильно изъедена, что связано как с длительным процессом химического выветривания, так и с процессом дезинтеграции, поскольку верхний слой почвы постоянно испытывает влияние суточного колебания температуры и проходит ежегодные циклы промораживания – оттаивания.

Таким образом, мы увидели процесс развития кристаллов от начала кристаллизации до разрушения. Выявили влияние температуры и размера зерен минералов на процесс дезинтеграции как в модельных условиях, так и в почвенной среде.

УДК.631.4

ИЗУЧЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ ПОД ЕСТЕСТВЕННЫМ РАЗНОТРАВНО-ЗЛАКОВЫМ ЛУГОМ

А.М. Борисова
Педагоги: М.Н. Дьяконова, С.Д. Тимофеева, О.И. Борисова
МОБУ «Средняя общеобразовательная школа № 17», ГО «Город Якутск», tattana74@mail.ru

Актуальность. Одной из важнейших характеристик почв является степень ее обогащенности микроорганизмами. Почвенные микроорганизмы (бактерии, грибы) играют важную роль в минерализации органических веществ. От их активности зависит плодородие почвы, особенно в условиях вечной мерзлоты Якутии. Поэтому изучение активности микроорганизмов в почве является актуальной проблемой.

Цель исследования – дать общую характеристику показателей биологической активности почв естественного разнотравно-злакового луга в условиях Центральной Якутии.

Задачи: 1. Изучить литературу по данной проблеме. 2. Выявить влияние органических и минеральных удобрений на биологическую активность почвы естественного разнотравно-злакового луга. 3. Сделать выводы по проведенному исследованию.

Научная новизна. В условиях Центральной Якутии изучено влияние внесения органического и минерального удобрений на биологическую активность естественного разнотравно-злакового луга.

Методика проведения исследований

Научные исследования проводились в 2013–2014 годах на надпойменной террасе р. Лена на естественных разнотравно-злаковых лугах стационара «Мархинский» Института биологических проблем криолиотозоны СО РАН, расположенном в 13 км от г. Якутска. По типологии опытные участки относятся к луговым степям высокого уровня реки Лены. Почвы опытного участка относятся к мерзлотным пойменным слоистым, преимущественно легким по механическому составу.

Схема опыта:1. Контроль (без удобрений) – естественный луг; 2. Перегной 20 т/га в год закладки; 3. NPK (60) ежегодно.

Удобрения вносились согласно схеме опыта. В составе перегноя содержалось азота 0.87 %, фосфора 0.48 %, и калия 0.59 %. При внесении 20 т/га перегноя поступило в мерзлотную пойменную почву N – 174 кг, P_2O_5 – 96 кг, K_2O – 118 кг. Перегной вносили весной один раз в 4 года с нормой 20 т/га боронованием до полного втирания в почву. В качестве азотного минерального удобрения использовали азофоску – 16 %.

Методика опыта разложения льняной ткани микроорганизмами

Вырезают из ткани полоски размером 5×20 см. Взвешивают на аналитических весах. Записывают вес и на каждой полоске записывают номер образца. Затем к полоске ткани прикрепляют с одной стороны полоску армированной полиэтиленовой пленки, с другой стороны ткани прикладывают капроновую ленту и прикрепляют степлером. На делянках делают равномерно прикопки, к ровной вертикальной стенке каждой из них прижимают ткань и засыпают с другой стороны почвой, уплотняя ее до исходного состояния. Через определенное время полотна осторожно вынимают из почвы, складывают в бумагу. Работа продолжается в лаборатории. Ткань очищают от почвы ручным способом и взвешивают на аналитических весах. По разности массы до и после экспозиции определяют убыль сухой массы ткани и выражают ее в процентах, чтобы получить числовые данные для разных слоев и горизонтов.

Заключение. Результаты исследований показали, что наиболее интенсивная микробиологическая активность почвы естественного разнотравно-злакового луга наблюдалась на всех вариантах опыта в делянках с перегноем. Это объясняется тем, что в них находится основная масса органического вещества, а также в нем лучшая аэрация (целлюлозоразлагающие бактерии являются аэробами). Так, на вариантах с перегноем в слое 0–10 см биологическая активность почвы на 7.02 % выше, чем в варианте с контролем (без удобрений) и на 3.92 % выше, чем в варианте с NPK. На микробиологическую активность почвы повлияло внесение органического удобрения и минеральных удобрений.

УДК 631.453

ВЛИЯНИЕ АВТОТРАНСПОРТА НА ТОКСИЧНОСТЬ ПОЧВ ДЕМСКОГО РАЙОНА, УФА

Н.В. Булдакова, Г.Э. Измайлов
Педагог: А.И. Валеева
МБОУ ДО «Детский эколого-биологический центр «Росток» городского округа город Уфа Республики Башкортостан, Alfia-2010@mail.ru

Актуальность проблемы: здоровье, а порою и жизнь человека, находятся в непосредственной зависимости от экологического состояния среды, окружающей человека. Соответствует ли норме экологическое состояние почвы нашего района? На этот вопрос мы и попыталась найти ответ.

Цель работы: Провести исследования токсичности почвенного покрова Демского района и сравнить их с исследованиями проделанными в 2014 и 2016 году.

*Задачи:*1. Определить места для отбора и отобрать образцы почв в Демском районе. 2. Провести биотестирование токсичности почвы с использованием семян пшеницы. 3. Определить токсичность почв и разработать рекомендации.

Методы: 1. Маршрутный метод. Мы маршрутным методом (Миркин, 2005) прошли Демский район. Выбрали наиболее интенсивные в транспортном отношении точки и более спокойные. 2. Метод определения всхожести семян (Кабиров Р.Р., 2005 г).

Из отобранных образцов почв, была приготовлена почвенная вытяжка. Для успешного проведения биотестирования, мы взяли семена пшеницы, с высокой степенью всхожести и из одной партии. Перед постановкой эксперимента семена были проверены на всхожесть. Всхожесть получилась более 97 %.

Выводы и рекомендации

Нами были отобраны 9 образцов почв. 4 точки отбора находились на перекрестках Демского района с большим скоплением автотранспорта; 2 – у промышленных предприятий Демского района; 1 – в жилом квартале Демского района; 2 – в парковой зоне.

Полученные данные мы сравнили с показателями 2014 и 2016 гг.

Результаты биотетирования. Наименьшая длина проростков у пшеницы и наименьшая всхожесть семян наблюдается на перекрестке улиц Дагестанская – Магистральная и на главном выезде из Демы, возле магазина Магнит, так как через них проходит основной поток транспорта. Это очень оживленная автомагистраль (легковые, грузовые автомобили, общественный транспорт).

Наибольшая длина проростков и всхожесть семян, по отношению к контролю, наблюдается в пробе, взятой в парке КИО Демского района и на велосипедной дорожке возле мечети. Это можно объяснить удаленностью этих территорий от автомагистрали и меньшей интенсивностью движения автотранспорта.

Токсичность почв. Таким образом мы видим, что индекс токсичности на разных точках разная. Наиболее загрязненными являются участки на перекрестке улиц Дагестанская – Магистральная и на главном выезде из Демы, так как через них проходит основной поток транспорта. Наиболее чистыми являются парк КИО Демского района и велосипедная дорожка возле мечети по улице Грозненская. В результате мы получили, что загрязненность почв Демского района с каждым годом растет.

Рекомендуем продолжить мониторинг за состоянием токсичности почвенного покрова Демского района г. Уфы. Полученные нами данные будут отправлены в администрацию района для принятия мер по сохранению воздуха и почвы района чистыми.

УДК 631.4

ИЗМЕНЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ГОРОДА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

М.Ю. Волков, А.А. Горемыкина, Д.В. Вовк
Педагоги: И.Н. Фасевич, Н.В. Дубовицкая
МОУ СШ № 54, Волгоград, Dnata29@yandex.ru

Почвы – зеркало природы, а это значит, что с изменением климата, растительности или рельефа местности изменяются и они. Почва, ее плодородие – продукты развития не только природы, но и деятельности общества. Могучим фактором изменения почв, повышения их плодородия являются производственная деятельность человека. Еще в древности хорошо понимали огромную роль человека в преобразовании природы. Но естественный почвенный покров на большей части города уничтожен или претерпел кардинальные изменения. Поэтому наряду с островками естественных почв (черноземов) основной фон городской территории представлен естественно-антропогенными почвами (урбочерноземами), антропогенно-преобразованными почвами (урбаноземами) и техногенными поверхностными почвоподобными образованиями (урботехноземами). При изучении экологической обстановки в городе нельзя не учитывать повсеместное распространения такого явления, как «запечатывание» дневной поверхности – перекрытие почвы непроницаемыми субстратами, такими как смола, бетон.

Нужно отметить, что влияние города на почвы изначально шло по двум противоположным направлениям. С одной стороны – посадка деревьев и, как следствие, радикальное изменение круговорота веществ под лесной растительностью. С другой стороны, запечатывание под асфальтом и другими видами твердого покрытия, переуплотнение и частичная или полная срезка почвенного покрова. Но самый масштабный урон наносится почвенному покрову за счет отчуждения под строительные объекты и дороги, когда нарушается целостность почвенного профиля, происходит погребение его под насыпными слоями.

Очевидно, что каждое из этих вмешательств приводит к своим особым изменениям как морфологических, так и физико-химических ее

свойств, поэтому для качественного определения ионов тяжелых металлов в почве в западной части города группой учащихся были определены следующие участки исследования: 1 на пересечении улиц Академической и 2-Продольной (у дороги). Было исследовано три образца почв города взятые из разных мест: пересечение улиц Академической и 2-Продольной (проба № 1), левобережная зона (проба № 2) и частный сектор (проба № 3). При исследовании трех образцов обнаружено разное окрашивание фильтратов почвенных вытяжек: фильтрат с автотрассы имел слабо – желтый оттенок, лесной фильтрат был с соломенным оттенком, фильтрат детской площадки имел желто – коричневый оттенок. Это говорит о разном химическом составе исследуемых проб. Изучение кислотно-основных свойств почв с помощью универсальной индикаторной бумаги зафиксировало различные показатели pH почвенных образцов: пересечение улиц – 7, частный сектор – 6.5, левобережная зона – 6. Однако значения pH не имеют большой разницы. Все три показателя соответствуют требованиям к оптимальным свойствам городских почв. Оптимальные значения pH почв свидетельствуют о благоприятных экологических условиях. Проведение качественных реакций на определение катионов металлов Fe^{2+}, Fe^{3+}, Cu^{2+}, Pb^{2}+, Hg^{2+}, анионов CO_3^{2-}, Cl^- во всех трех пробах отфильтрованных водных почвенных вытяжек дали отрицательный результат. Это можно объяснить очень незначительным содержанием определяемых ионов в почве. В шурфах первого и третьего участка наблюдается сильная антропогенная нагрузка в результате вытаптывания растительного покрова. Почва сильно уплотнена, нарушена ее структура. Почва относится к антропогенным глубоко преобразованным почвогрунтам. Значения pH почвенной вытяжки первого – третьего шурфов варьируют от кислой до слабощелочной – от 4 до 7, причем следует отметить, что с глубиной кислотность снижается, более подвержены загрязнению верхние слои до глубины 50 см. В ходе проведения химического анализа установили, что наибольшее антропогенное влияние прослеживается на участки у дороги, в почвенной вытяжке обнаружены все типы тяжелых металлов: железо, медь и содержание их достаточно высокое по степени удаления от дороги проведенные исследования показали снижение содержания тяжелых металлов.

Почвы являются важнейшим компонентом окружающей природной среды, возобновляемым, ограниченным и уязвимым природным ресурсом, используются и охраняются в Российской Федерации как основа жизнедеятельности народов, проживающих на ее территории, обеспечивают экономическое, социальное, экологическое благополучие

населения, существование живого и растительного мира. Город оказывает огромное влияние на свойства почв, а именно загрязнение бытовым и строительным мусором, загрязнение химическое за счет промышленных выбросов и автомобильных выхлопов. Необходимо шире использовать альтернативные виды топлива при эксплуатации автомобильного транспорта. Необходимо вести постоянный контроль за химическим состоянием биосферы (мониторинг), анализировать эволюцию химических загрязнений, работать над повышением уровня экологической культуры личности, беречь и охранять окружающую среду. Целесообразно проведение экологических конференций.

УДК 631.4

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВЫ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ, МЕТОДАМИ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

Д.Л. Голод
Педагог: Т.Н. Румянцева
ГБОУ СОШ № 230, Санкт-Петербург, den17112000@gmail.com

Основатель современного почвоведения В.В. Докучаев назвал почву четвертым царством природы, самостоятельным природным телом. Ее образование есть сложный процесс взаимодействия различных природных факторов.

В природе почва играет очень важную роль и выполняет многие функции, в том числе и самую главную – обеспечение существования жизни на Земле.

Почва является средой обитания животных, микроорганизмов, источником элементов питания растения. Благодаря своим обитателям – микроорганизмам, почвенный покров действует как биологический поглотитель и нейтрализует действие попадающих в почву загрязняющих веществ. Но способность почвы к нейтрализации не бесконечна, и высокие концентрации загрязнителей могут стать причиной деградации почв. В настоящее время от 25 до 33 % земель подверглись деградации, вызванной как эрозией, засолением и уплотнением, так и химическим загрязнением почвы.

Среди загрязнителей почвы особую проблему представляют тяжелые металлы. Загрязнение почвенного покрова тяжелыми металлами обычно связано с выбросами промышленных предприятий, тепловых электростанций и транспорта. В отличие от органических загрязнителей, тяжелые металлы не подвергаются разложению и удаляются из

почвы очень медленно. Период удаления цинка составляет 500 лет, кадмия – 1100 лет, период удаления свинца может достигать нескольких тысяч лет. Накапливаясь в верхних горизонтах почвы, тяжелые металлы снижают ее биологическую активность, плодородие, а поступая из почвы в растения, передаются по трофическим цепям и оказывают токсическое действие на растения, животных и человека.

Цель данной работы заключалась в изучении токсичности почвы, загрязненной тяжелыми металлами, в условиях полевого опыта. Уровень токсичности определяли методами биотестирования с использованием дафний *Daphnia magna* и зеленых микроводорослей *Scenedesmus quadricauda*. Тяжелые металлы (кадмий и никель) вносили в почву в виде водного раствора легкорастворимых солей и определяли токсичность почвы через год и через два года после загрязнения. Степень острого токсического действия почвенных вытяжек устанавливали по выживаемости дафний и угнетению роста микроводорослей.

Результаты биотестирования показали, что почвенные вытяжки оказывают острое токсическое действие на водоросли *Scenedesmus quadricauda* и дафнии *Daphnia magna,* причем токсическое действие кадмия и никеля не снижается со временем. Почва, загрязненная металлами, обладала острым токсическим действием на дафнии не только в первый год, но и через два года после загрязнения. Гибель дафний составляла до 60 % особей в сравнении с контролем.

По данным биотестирования на зеленых водорослях, ингибирование роста *Scenedesmus quadricauda* также происходило под действием почвенных вытяжек не только первого, но и второго года исследования. Численность водорослей при тестировании почвенных образцов, загрязненных никеля не превышала 46 %, а кадмия – 27 % к контролю, что говорит об их острой токсичности.

Таким образом, тест-культуры *Scenedesmus quadricauda* и *Daphnia magna* обладают высокой чувствительностью к тяжелым металлам. Использованные биотесты позволяют оценить воздействие металлов на почву и свидетельствуют о продолжительности токсического эффекта. Токсичность почв, загрязненных кадмием выше, по сравнению с никелем, на протяжении всего исследованного периода.

УДК 631.431

ИССЛЕДОВАНИЕ АГРЕГАТНОГО СОСТАВА ОКУЛЬТУРЕННЫХ ПОЧВ САДОВОГО УЧАСТКА г. АСТРАХАНИ

И.М. Грибанова, Х.Р. Ишмаметов
Педагоги: М.В. Белякова, Л.В. Яковлева
МБОУ г. Астрахани «Гимназия№ 1», Sgimnazia@yandex.ru

Окультуривание почвы – процесс изменения важнейших природных свойств почвы в благоприятную сторону путём применения научно обоснованных приёмов воздействия на почву. В процессе окультуривания почвы претерпевают неодинаковые изменения, зависящие от особенностей исходного ландшафта, а также от характера применяемых агротехнических приёмов. Цель работы – изучение агрегатного состава окультуренной почвы индивидуального садового участка ситовым анализом. Количественным показателем структуры является содержание воздушно-сухих агрегатов различного размера. Получается этот показатель благодаря рассеву воздушно-сухого почвенного образца в лаборатории на ситах с различным диаметром отверстий. В работе нами были использованы сита с диаметрами отверстий 10, 7, 5, 3, 2, 1, 0.5 и 0.25 мм, которые соединяли в последовательный набор – от большего диаметра к меньшему. На верхнее сито с диаметром 10 мм высыпали предварительно взвешенный средний образец почвы (200 г), сита встряхивали, и агрегаты располагались в ситах соответственно их размерам: на верхнем – фракция > 10 мм, на следующем – фракция 7–10 мм, на третьем – фракция 5–7 мм и т.д., а в остатке почвенные частицы диаметром < 0.25 мм – пылеватая часть почвы. По результатам сухого просеивания рассчитывались следующие показатели: содержание агрономически ценных агрегатов в процентах; коэффициент структурности ($К_{стр.}$). Почвы для сухого просеивания были отобраны в слое 0–25 см на дачном участке г. Астрахани. Исследование величины pH почвенного раствора и агрегатный анализ отобранных образцов почв проводили на кафедре землеустройства и кадастров АГУ. По результатам проведенных исследований pH почвенного раствора образцов почв составил 6.50–7.01, что соответствует нейтральной почве. Результаты сухого просеивания почв представлены в таблице 1. Агрономически ценными фракциями являются все фракции, входящие в диапазон от 10 до 0.25 мм. Агрегаты крупнее 10 мм – это глыбы, а глыбистая структура, как известно, далеко не лучшее состояние почвы, точно так же как доминирование частиц <0.25 мм – пылеватой части почвенных агрегатов.

Таблица. Агрегатный состав почвы по результатам сухого просеивания, в % на сухую почву.

Объект	Слой, см	Размер фракций, мм						
		>10	10–7	7–5	5–3	3–1	1–0.25	<0.25
Садовый участок	0–25	4.32	5.00	4.38	11.13	22.21	25.17	122.8

Пользуются следующими качественными оценками структуры на основании количества агрегатов именно этого, агрономически ценного диапазона, 10–0.25 мм: по результатам исследования образцов почвы было выявлено, что агрономически ценные агрегаты составляют 35.6 %, что говорит о том, что почва плохо оструктурена, так как в ней содержится малое количество агрегатов от 0.25 до 10 мм. Образец почвы находится в неудовлетворительном агрегатном состоянии, так как содержит <40 % мезоагрегатов. Коэффициент структурности образцов почвы составил 0.05 и находится в диапазоне <0.67 что также говорит о неудовлетворительном агрегатном состоянии почвы. Определив количество агрегатов разного размера методом «сухого» просеивания индивидуального садового участка г. Астрахани можно сделать заключение о неудовлетворительной агроэкологической оценке структурного состояния почвы.

Научный руководитель: д.б.н., доцент АГУ Л.В. Яковлева.

УДК 631.4

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ БИОРАСТИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТНЫХ ГОРИЗОНТОВ ПОЧВ ПОДЗОЛА И УРБАНОЗЕМОВ

М.Г. Деткова, Е.Д. Короткова, М.Д. Рубан, О.Б. Кожина
Педагог: М.А. Надпорожская
ГБОУ СОШ 412, ДЮЦ «ПЕТЕРГОФ»

В поверхностных горизонтах почв находится основная масса мелких корней (диаметром меньше 1 мм), именно они обеспечивают питание и продуктивность растений. Ненарушенные почвы таежных экосистем – подзолы и подзолистые – с поверхности закрыты лесной подстилкой. При наступлении города лесная подстилка часто разрушается, обнажая бесплодный подзолистый горизонт (E), который впоследствии окультуривается и становится дерновым, гумусово-аккумулятивным (AY). Плодородие городских почв может понижаться

из-за загрязнения продуктами неполного сгорания топлива автотранспорта и атмосферными выбросами промышленных предприятий. Загрязняющие вещества накапливаются в верхних 5–10 см почв, могут быть токсичными. В 2017 году мы изучали свойства образцов из подзола иллювиально-железистого (сосновый лес, пос. Толмачево, Ленинградская обл.). Проведенные биотесты с семенами ячменя, огурцов и с зелеными мхами показали, что образцы подзолистого пирогенного и иллювиально-железистого горизонтов подзола задерживают рост ячменя и зеленых мхов, а проростки огурцов в них погибают [1]. Цель следующего этапа нашей работы – сравнительное изучение биорастительных свойств поверхностных минеральных горизонтов подзола и городских почв (урбаноземов). Биотестирование проводили с семенами ячменя (сорт Ленинградский) по методике, имеющей государственную регистрацию [2]. Образцы почв были отобраны: 1. из изученного нами подзола Толмачево – подзолистый пирогенный горизонт (Epir, белесо-серый кварцевый песок, содержащий мелкие древесные угольки, оставшиеся от лесного пожара 70–100-летней давности); 2. из верхних 10 см гумусового горизонта урбаноземов около школы 412 (Петергоф, ул. Аврова), а) клумба (AY_к, серый опесчаненный легкий суглинок, pH_{H2O} 6.7) и б) газон (AY_г – светло-серый опесчаненный легкий суглинок, pH_{H2O} 6.5). Семена высаживали по 15 штук в чашки Петри в почву (100 г), увлажненную дистиллированной водой до оптимальной влажности (до образования комочков). Повторность опыта 2. Длительность опыта 4 дня. Измеряли длину главного корня и побега проростков ячменя. Результаты. Образцы из Epir подзола замедляли рост корней и побегов ячменя (на 13 и 41 %, соответственно) по сравнению с контролем. Образцы поверхностных гумусовых горизонтов изученных городских почв ускоряли рост растений (побеги +30 % и +21 %, корни +53 % и 41 % для клумбы и газона, соответственно) по сравнению с контролем. Выводы. По проведенному биотесту гумусовые горизонты изученных городских почв клумбы и газона (Петергоф, ул. Аврова) были не токсичны, а ускоряли рост ячменя. В почве клумбы ячмень рос лучше, чем в почве газона. Токсичность подзолистого пирогенного горизонта, обнаруженная нами в проведенных раньше трех опытах [1], проявилась и в этом биотесте.

Литература

1. *Киреев П.С., Рубан М.Д., Деткова М.Г., Кельгорн Д.Р., Воробьев А.А., Ольхина Д.А., Кожина О.Б., Надпорожская М.А.* Оценка биорастительных свойств материала из различных горизонтов подзола // Материалы Международной научной конференции XX Докучаевские

молодежные чтения «Почва и устойчивое развитие государства» / Под ред. Б.Ф. Апарина. – СПб., 2017. С. 360–362.

2. *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.

УДК 631.431

ИССЛЕДОВАНИЕ АГРЕГАТНОГО СОСТАВА УРБОЗЕМОВ Г. АСТРАХАНИ МЕТОДОМ СУХОГО ПРОСЕИВАНИЯ

О.А. Дробинина, Т.Н. Чернов
Педагоги: А.В. Сероглазкина, Л.В. Яковлева
МБОУ г. Астрахани «Гимназия№ 1», Sgimnazia@yandex.ru

Урбозёмы отличаются от естественных почв по химическим и водно-физическим свойствам. Для них характерно высокая степень переуплотнения, почвенные горизонты перемешаны и обогащены строительным мусором. Цель работы – изучение агрегатного состава урбоземов ситовым анализом. Структуру почвы оценивают количественно на основании распределения содержания агрегатов (воздушно-сухих и в воде) по их размерам. Количественным показателем структуры является содержание воздушно-сухих агрегатов различного размера. Получается этот показатель благодаря рассеву воздушно-сухого почвенного образца в лаборатории на ситах с различным диаметром отверстий. В работе нами были использованы сита с диаметрами отверстий 10, 7, 5, 3, 2, 1, 0.5 и 0.25 мм, которые соединяли в последовательный набор от большего диаметра к меньшему. На верхнее сито с диаметром 10 мм высыпали предварительно взвешенный средний образец почвы (200 г), сита встряхивали, и агрегаты располагались в ситах соответственно их размерам: на верхнем фракция > 10 мм, на следующем – фракция 7–10 мм, на третьем – фракция 5–7 мм и т.д., а в остатке почвенные частицы диаметром < 0.25 мм – пылеватая часть почвы. По результатам сухого просеивания рассчитывались следующие показатели: содержание агрономически ценных агрегатов, %; коэффициент структурности, $К_{стр.}$. Почвы для сухого просеивания были отобраны в слое 0–20 см по улице Савушкиной и проезду Адмиралтейскому. По результатам проведенных исследований pH почвенного раствора исследованных образцов почв составил 6.98–7.23, что соответствует нейтральным и слабощелочным почва. Результаты сухого просеивания почв представлены в таблице.

Таблица. Агрегатный состав почвы по результатам сухого просеивания, в % на сухую почву.

Объект	Слой, см	Размер фракций, мм						
		>10	10–7	7–5	5–3	3–1	1–0.25	<0.25
Улица Савушкина	0–20	1.3	19.3	5.6	9.3	22.0	33.5	9.0
Проезд Адмиралтейский	0–20	21.0	1.2	4.9	12.4	15.1	31.0	14.2

Агрономически ценными фракциями являются все фракции, входящие в диапазон от 10 до 0.25 мм. Агрегаты крупнее 10 мм – это глыбы, а глыбистая структура, как известно, далеко не лучшее состояние почвы, точно так же, как доминирование частиц <0.25 мм – пылеватой части почвенных агрегатов. Поэтому и пользуются обычно следующими качественными оценками структуры на основании количества агрегатов именно этого, агрономически ценного диапазона, 10–0.25 мм: >60 % – отличное агрегатное состояние; 60–40 – хорошее; <40 % – неудовлетворительное. По улице Моздокской агрономически ценные агрегаты почвы составляют 71 %; коэффициент структурности 2.5, что соответствует состоянию почвы как отличное, хорошо оструктуренное. По улице Татищевой агрономически ценные агрегаты почвы составляют 79 %; коэффициент структурности – 1.83, что соответствует состоянию почвы как отличное, хорошо оструктуренное. Исследования показали, что для урбоземов северной части г. Астрахани значительно преобладают мелкие фракции. Структура характеризуется как хорошая по содержанию агрономически ценных агрегатов.

Научный руководитель: д.б.н., доцент АГУ Л.В. Яковлева.

УДК 631.4

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВОГРУНТОВ ПОД РАСТИТЕЛЬНЫМИ СООБЩЕСТВАМИ ПАРКА ЗАРЯДЬЕ

А.В. Егорова
Педагог: Е.А. Тимофеева
ГБОУ школа № 962, Москва, anya-egorova26@yandex.ru

Парк в современном городе – важнейший элемент системы озеленения пространства, обеспечивающий оздоровление окружающей среды, сохранение биоразнообразия, обеспечение максимально комфортных условий для рекреации. В то же время зачастую паркам не уделяется должного внимания, в связи с чем теряется первоначальный облик, утрачиваются некоторые виды растений, снижается их декоративная ценность.

Парк Зарядье – уникальный природно-антропогенный объект, открытие которого приурочено к 870-летию Москвы, не имеющий аналогов ни в России, ни в мире, в котором на небольшой для парка площади – 13 га воссозданы аналоги всех основных растительных сообществ России. С этим связана актуальность данной работы. Проект парка предусматривает организацию пространства по принципам природного урбанизма, согласно которым природная и городская среда соседствуют друг с другом, образуя новый тип общественного пространства. В парке воссозданы 8 растительных сообществ. «Южные ландшафты» России: широколиственный лес, луг, степь, прибрежный лес, «северные ландшафты»: тундра, еловый лес, сосновый лес, березняк. К каждому растительному сообществу смоделированы и заложены почвогрунты, аналоги почв свойственных данным сообществам.

Пробы почвогрунтов, находящихся под разной растительностью, моделирующей разные ландшафты России, были отобраны до строительства парка и сразу после введения парка Зарядья в эксплуатацию. В грунтах было определено содержание валовых форм тяжелых металлов методом рентгенофлуоресцентной спектрометрии, содержание органического углерода по Тюрину с фотометрическим окончанием, pH. Была проведена оценка степени химического загрязнения и уровня загрязнения почвогрунтов для каждого показателя в соответствии МУ 2.1.7.730-99 Гигиеническая оценка качества почвы, по СанПиН 2.1.7.1287-03 и «Методическим рекомендациям по выявлению деградированных и загрязненных земель». Также грунты были сопоставлены с ПП № 514 «О повышении качества почвогрунтов в городе Москве».

По результатам проведенных анализов было выявлено повышение количества тяжелых металлов, таких, Cu, Cr, Mn, Pb, Zn и As по сравнению с исходными фоновыми значениями, но превышение ПДК выявлено только для двух последних элементов, по всей видимости, в связи с проведением строительных работ и размещения парка в центре города. Исходный химический состав почвогрунтов под растительными сообществами будет продолжать меняться в связи с наличием вблизи парка ГРЭС-1, крупной автомагистрали, а также повышенным потоком посетителей, так как парк пользуется большой популярностью. Мониторинг состояния природных объектов необходим для отслеживания их состояния, оценки воздействия на них человека и составления рекомендаций к проведению работ по снижению антропогенного воздействия на них. В связи с этим, рекомендуется продолжить регулярные наблюдения за состоянием почвогрунтов парка Зарядье.

УДК 631.461

ПОЧВЕННОЕ «ДЫХАНИЕ» ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ МИНЕРАЛЬНЫХ ОЗЕР ПРИОЛЬХОНЬЯ

А.А. Зубенко
Педагог: А.А. Сугаченко
МБОУ г. Иркутска гимназия № 3, annazubenko2@gmail.com, asugachenko@yandex.ru

Почвенное «дыхание» представляет собой ритмичный воздухообмен между почвой и атмосферой, происходящий под влиянием изменений температуры почвы и атмосферного давления, суммарного выделения углекислого газа с поверхности почвы, микробиологической активности почвы, скорости минерализации почвенного органического вещества. Цель исследования заключалась в изучении почвенного «дыхания» минеральных озер Приольхонья.

Исследуемые минеральные озёра находятся на степном участке Приольхонья. Это небольшие, бессточные, с атмосферным и грунтовым питанием, хорошо прогреваемые в летнее время водоемы. Площадь озер изменяется от 0.001 до 1.1 км^2, глубина – от 2.0 до 6.0 м. Грунт озер илистый, с большим количеством детрита, нередко с запахом сероводорода. В прибрежной части озер хорошо развита высшая водная растительность (рдесты, уруть). Располагаясь рядом, озера незначительно различаются по минерализации и компонентному составу воды. Они относятся к солоноватым, т.к. суммарное содержание главных ионов в воде изменяется от 1.4 до 7.4 г/л.

Образцы почв отбирались в естественных условиях из следующих озер: Цаган-Нур; Шадар-Нур; Холобо-Нур; Нуху-Нур; Бур-Нур; Гурби-Нур. По литературным данным вода в озерах преимущественно щелочная, минерализация воды изменяется от 13.3 до 52.8 мг/дм^3. В химизме засоления озер преобладают анионы сульфатов и катионы натрия.

Определение интенсивности выделения углекислого газа из почвы проводилось по методу А.Ш. Галстяна – это быстрый и достаточно простой способ исследовать биологические свойства почв. Значения интенсивности почвенного «дыхания» в засоленных почвах минеральных озер Приольхонья изменяются от 4.3 до 49.1 мг/(г·t) (рис.).

Наибольшая интенсивность почвенного «дыхания» наблюдалась рядом с озером Бур-Нур, наименьшая – рядом с озером Шадар-Нур. Интенсивность почвенного «дыхания» зависит от степени минерализации воды в озере, наличия сапропеля – донных отложений, формирующихся из отмершей водной растительности, остатков живых организмов,

планктона, а также частиц почвы, содержащих большое количество органических веществ и, как следствие, количества микроорганизмов, обитающих в исследуемых почвах.

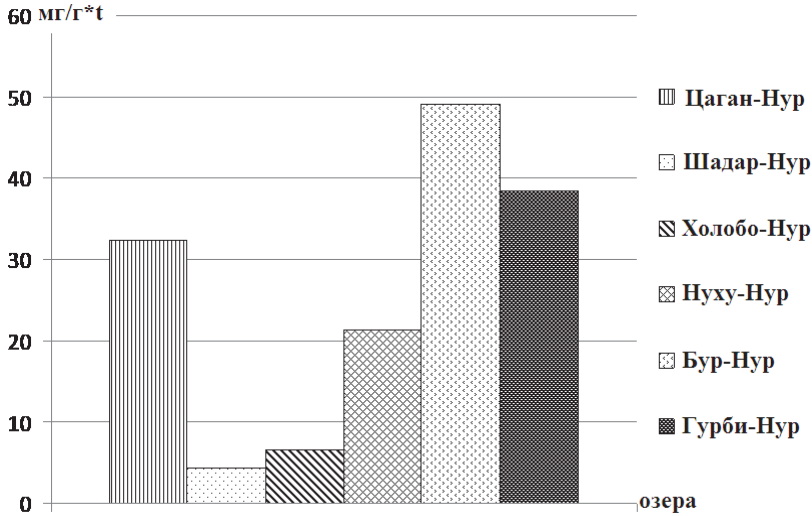


Рисунок. Интенсивность почвенного «дыхания» минеральных озер Приольхонья

УДК 631.438.2

ВЛИЯНИЕ ИЗВЕСТКОВОГО ЩЕБНЯ И ДРЕВЕСНЫХ ОСТАТКОВ НА СЕЯНЦЫ ЕЛИ

В.Д. Иванова
ГБОУ СОШ № 277 verochka_2006@mail.ru

Модельным объектом для исследования послужил участок, который длительное время не посещают хозяева. На участке находится фундамент, изготовленный из цемента и гранитного щебня. Подушка под фундамент, до уровня земли, по каким-то причинам была сделана известковым щебнем на глубину как минимум 20 см. Такой подход в целом, возможно, снижает прочность конструкции, но интересен с точки зрения влияния на кислотность почвы. По краю фундамента растет большое количество сеянцев ели.

Рядом находятся остатки бывших штабелей бревен ели и сосны, которые за 20–25 лет гумифицировались. Металлический стержень вхо-

дит в эти растительные остатки до минерального горизонта почвы на глубину 35–40 см. На растительных остатках встречается подрост ели, но менее обильный, чем вдоль фундамента.

Цель работы − оценить влияние гумифицирующихся растительных остатков и известкового щебня на рост сеянцев ели.

Материалы и методы исследования. Участок расположен в СНТ «Мечта» (Гатчинский р-н, Ленинградская обл.). Источником семян служат находящиеся рядом взрослые ели, возраст которых составляет 30–40 лет.

Вплотную, вдоль фундамента, растет 30 сеянцев ели возрастом 6–8 лет, на разложившейся древесине было обнаружено 6 сеянцев ели. Высота сеянцев ели 20–30 см.

Образцы почвы отбирались непосредственно у фундамента, в месте роста сеянцев ели, и на расстоянии 20 см и 40 см от фундамента в трехкратной повторности. Отбор почвы проводился цилиндром из нержавеющей стали диаметром 1.5 см на глубину 10 см. Всего было отобрано 9 проб почвы. Также был проведен отбор древесных растительных остатков в местах роста сеянцев ели.

Почва взвешивалась и настаивалась на дистиллированной воде pH 6 в соотношении 1:2.5. После настаивания в течение суток, водная вытяжка центрифугировалась для осаждения взвесей, мешающих определению цвета индикатора. Предварительная оценка pH проводилась по универсальному индикатору РКС и эталонной цветовой шкале сравнения.

Возраст сеянцев ели определялся по числу мутовок. Учет количества эктомикоризных окончаний сеянцев ели проводился визуально на миллиметровой бумаге.

Результаты и их обсуждение

Водная вытяжка почвы, отобранной вплотную к подушке фундамента из известкового щебня, где растут сеянцы ели, обладает pH 8. На расстоянии 20 см от фундамента pH 7. На расстоянии 40 см pH 6. Обилие сеянцев ели вдоль фундамента свидетельствует о том, что слабощелочная реакция почвы не является препятствием для их роста и развития.

Известно, что ель предпочитает хорошо дренированные кислые, супесчаные и суглинистые почвы. Оптимальные условия pH лежат в диапазоне от 5.5 до 7.5.

Проведенные наблюдения поднимают вопрос о том, почему ель, корневые выделения и опад которой являются одним из основных факторов формирования кислых подзолистых почв, развивается на почве со слабощелочной реакцией среды. Причем, микоризация корней таких

сеянцев находится на должном уровне и составляет, по нашим оценкам, 42 %.

Водная вытяжка из растительных остатков обладала pH 5. Возможно, что причина развития ели на растительных остатках разной степени разложения связана с тем, что эта древесная порода предпочитает почвы богатые питательными веществами.

Полученные сведения могут быть использованы при восстановлении темнохвойной тайги, как на вырубках, так и после пожаров на территориях, захламленных растительными остатками, а также при высадке защитных насаждений из ели на искусственных грунтах, создаваемых с использованием известкового щебня, например, вдоль железных и автомобильных дорог.

Работа рекомендована к.б.н., доц. СПБГУГА Д.М. Ивановым.

РОСТ ЛИПЫ СЕРДЦЕВИДНОЙ (*TILIA CORDATA*) НА УЛИЦЕ АВРОВА И В АЛЕКСАНДРИЙСКОМ ПАРКЕ В ПЕТЕРГОФЕ

Е.Д. Казакова, К.В. Мозго, А.А. Хожаинова , А.П. Юрова, А.С. Красова
Педагог: М.А. Надпорожская
ГБОУ СОШ 416, ДЮЦ «ПЕТЕРГОФ»

Рост деревьев зависит от условий окружающей среды, которые значительно различаются даже в пределах одного района Санкт-Петербурга: на городских улицах и в парках. Цель работы – изучение роста липы сердцевидной в Петергофе. Объекты исследования – деревья (липа сердцевидная, *Tilia cordata*), которые произрастают на газоне около улицы Аврова (урбанозем супесчаный) и в Александровском парке (дерново-глеевая среднесуглинистая почва). Применяли методы маршрутного и стационарного исследования, проводили фенологические наблюдения. На ключевых участках определяли возраст деревьев, диаметр стволов, размеры и массу листьев. Задачи работы: сравнение данных 2017 года с результатами, полученными 10 лет назад [2]. По наблюдениям 2007–2009 годов распускание почек, цветение, пожелтение и опадание листьев у лип на улице Аврова происходило на неделю раньше, чем в Александрийском парке. В 2017 году на липах улицы Аврова появились желтые листья (после заморозков 24 сентября), а листья парковых лип оставались зелеными. По биоклиматическому закону А. Хопкинса [1] время периодических явлений в жизни организмов отличается на 4 дня на каждый градус широты. То есть можно считать, что микроклимат на газоне улицы Аврова такой, как если бы он был

расположена на 1.75 градусов широты (или на 388 км) южнее, чем Александровский парк. (Для справки: 1 широтный градус равен 222 км). Возраст лип в 2007 году был определен Н.И. Гольцовой подсчетом годовых колец по керну из ствола. Сейчас липам на улице Аврова 60 лет, а парковым липам 160 лет. За 10 лет средний диаметр ствола лип увеличился с 43.1 до 46.8 см (ул. Аврова) и с 59.6 до 68.5 см (Александровский парк). Средний прирост диаметра ствола молодых лип 8–12 мм в год, а старых лип 4–5 мм в год (устное сообщение Д.М. Мирина). Чем дерево старше, тем медленнее оно растет. Средняя скорость прироста диаметра за весь срок жизни наших деревьев дает похожие результаты: 8 мм в год для молодых лип на улице Аврова и 4 мм в год для старых парковых лип. Если же рассчитать прирост за последние 10 лет, то окажется, что липы в парке увеличивают диаметр стволов с большей скоростью – 0.9 мм в год против 0.5 мм в год для лип ул. Аврова. Средние размеры длины и ширины листьев были около 7–8 см. Листья лип около дороги были сильнее запылены, чем листья парка и в 2007 году, и в 2017 году. Средняя масса листа лип Петергофа в 2017 году была около 200 мг. Выводы. Прирост диаметров стволов лип на ул. Аврова в Петергофе могут сдерживать неблагоприятные условия (запыление листьев, иссушение и промерзание супесчаной почвы). Поэтому посадки лип на ул. Аврова обновляют чаще, об этом свидетельствует возраст деревьев. Липы в парке на дерново-глеевой среднесуглинистой почве имеют более благоприятные условия для роста, живут намного дольше, хотя прирост их диаметра в целом замедляется, но в отдельные периоды, как в 2007–2017 гг., по скорости прироста диаметра они могут обгонять липы ул. Аврова. По размерам листьев лип оценить их экологическое состояние пока не удалось.

Литература

1. *Алексеев С.В.* Экология. Учебное пособие для уч-ся 9 кл. общеобр. Учреждений различных видов. СПб.: СМИО Пресс. 2001. 368 с.

2. *Килб Д., Сапарова А., Сыроежина В.* Условия произрастания лип в Петродворцовом районе. Материалы Всероссийской научной конференции XII Докучаевские молодежные чтения «Почвы и продовольственная безопасность России» Под ред. Б.Ф. Апарина. СПб. Изд. Дом СПбГУ. 2009. С. 238–239.

УДК 631.4

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЦЕЛИННЫХ ВЫПАСНЫХ ПОЧВ ПОЙМЫ ДОНА

В.П. Косилова[1], Т.П. Каширская[1], Н.Н. Каширская[2]
[1]МОУ СОШ Русско-Буйловская, nkashirskaya81@gmail.com
[2]Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пущино

При диагностике почвенного плодородия применяется оценка активности многочисленных ферментов, выделяемых в почву живыми организмами. Целью нашей работы было определить биологическую активность верхнего слоя (0–10 см) целинных выпасных почв поймы Дона на примере активности почвенных фосфатаз, полифенолоксидаз и пероксидаз. Фосфатазы обеспечивают растения минеральным фосфором, за счет его отщепления от молекул органического вещества. Полифенолоксидазы и пероксидазы принимают участие в образовании и разложении гумуса, содержание которого в почве является основным показателем ее плодородия. Количество почвенной органики определяли методом прокаливания; оценку фосфатазной активности проводили методом Галстяна – Арутюнян по интенсивности окраски фенолфталеина (ФФ), образованного из бесцветного фенолфталеинфосфата натрия после отщепления фосфата под воздействием почвенных фосфатаз; оценку активности полифенолоксидаз и пероксидаз – методом Михайловой – Карягиной по интенсивности окраски бензохинона, образованного из гидрохинона под воздействием окислительно-восстановительных ферментов почвы. По соотношению активности этих ферментов рассчитывали коэффициент гумусообразования.

Результаты, представленные на рисунке, свидетельствуют о высокой биологической активности в лесных почвах, а также в почве под осоками на границе луга и болота. В лесной почве под тополем и в почве на границе луга и болота содержание органического вещества было высоким за счет неразложившихся растительных остатков; коэффициент гумусообразования здесь был значительно выше единицы, что свидетельствует об интенсивном накоплении гумуса. В почве под дубом растительных остатков было немного, а коэффициент гумусообразования, равный единице, свидетельствовал о равновесии между процессами накопления и расходования гумуса. К подобному равновесию были близки и некоторые почвы на луговых участках. По фосфатазной активности, регистрируемой в течение 1 часа, почвы различались достаточно слабо, однако после суточной инкубации динамика этого показателя приблизилась к динамике содержания органического вещества.

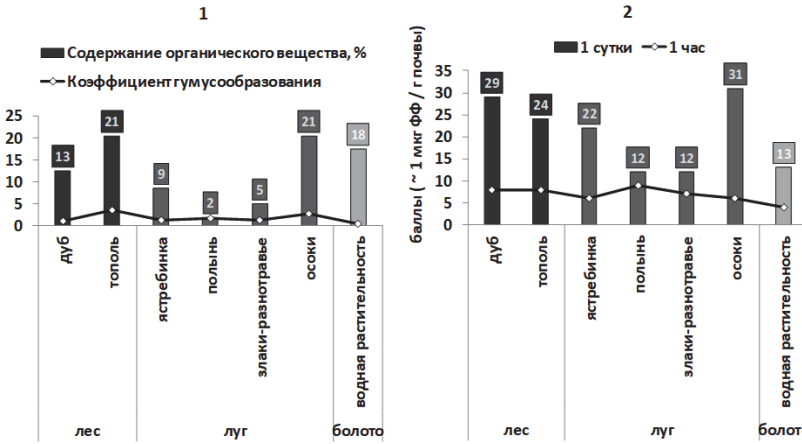


Рисунок. Показатели почвенного плодородия (1) и фосфатазная активность (2) верхнего слоя целинных выпасных почв поймы Дона

Работа рекомендована к.б.н., в.н.с. лаборатории археологического почвоведения ИФХиБПП РАН А.В. Борисовым.

УДК 631.10

ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕСЧАНОЙ СКРЫТОПОДЗОЛИСТОЙ ОКУЛЬТУРЕННОЙ ПОЧВЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНИК ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ЦВЕТУЩИХ ОДНОЛЕТНИКОВ

А.А. Кузнецов, А.Р. Сабиров, А.М. Быченко, Ю.Х. Абдуллин
Педагог: С.В. Гиниятуллина
МБОУ «Гимназия № 152», г. Казань, giniyatullina67@mail.ru

Цель работы: апробация техник органического земледелия при выращивании цветущих однолетников для выявления их эффективности в плане улучшения роста, развития, декоративных свойств растений, повышения почвенного плодородия, сбережения водных ресурсов, снижения трудозатрат.

Нами было подготовлено четыре гряды 2×0.4 м, расстояние между ними 0.2 м. Гряды были принципиально схожи с высокими грядками органического земледелия и валоканавами пермакультуры: на месте будущей гряды выкапывалась траншея 0.4 м глубиной, с размещением верхнего и нижнего слоёв почвы (более и менее плодородного) на раз-

ные края. На дно помещалось много растительного материала, который в городских школах всегда трудно утилизировать – спиленные ветки американского клена, сорные растения. Все засыпалось грунтом, получался вал высотой около 0.2 м. Почва покрывалась мульчой из скошенных газонных растений. На одну из центральных гряд были высажены клубни георгинов, на остальные, через 5–7 см – рассада бархатцев на доращивание. Для контроля вдоль гряд была оставлена перекопанная площадь 0.6×2 м без растений. На ней проводилась прополка сорняков. В качестве контрольных растений были взяты бархатцы, выращенные промышленным способом. В начале июня их высадили на постоянное место вдоль центрального газона. Экспериментальные бархатцы оказались в условиях смешанных уплотненных посадок: георгины играли роль кулис, роль регуляторов ветра и теплонакопителей – обрамляющие гряды кустарники. Бархатцы быстро сомкнулись, покрыв почву, не требовали прополки, меньше поливались по сравнению с контрольными растениями, которые плохо ветвились. В конце июня необходимое количество экспериментальных растений было взято с пермакультурных гряд и помещено на постоянное место, вдоль газонов, где они и выполняли свои декоративные функции вплоть до заморозков, хорошо прижились, быстро сомкнули побеги, обильно цвели. В конце вегетации их корневые системы оказались лучше сформированными по сравнению с контрольными растениями.

Пробы песчаной скрытоподзолистой окультуренной почвы, взятые в конце октября с контрольного и экспериментального участков показали значимые различия при определении содержания органического вещества по косвенному показателю – поглощению света в красном канале видимого спектра (R). Среднее значение поглощения в эксперименте – 100, а в контроле – 129. Этот показатель имеет устойчивую отрицательную корреляцию с содержанием органического вещества (Валеева и др., 2015), то есть содержание органического вещества на экспериментальном участке статистически значимо выше (t-стат – 4.47 при t-крит – 4.30). Среднее значение pH в эксперименте составило 6.07, а в контроле 6.40. Двухвыборочный t-тест показал, что pH на экспериментальном участке статистически значимо ниже (t-стат – 4.70 при t-крит – 4.30).

Выводы: при использовании вышеописанных техник органического земледелия на песчаной скрытоподзолистой окультуренной почве повышается содержание в ней органического вещества, по сравнению с контролем, но понижается значение pH, что может потребовать проведения известкования для гарантированного повышения её плодородия.

УДК 631.45

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ПОЧВОГРУНТА НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН И РОСТ ПРОРОСТКОВ КРЕСС-САЛАТА И ПШЕНИЦЫ

В.Д. Максимова
Педагог: Э.Н. Капралева
МБОУ «Мегетская СОШ», Иркутская область, evgen_max@list.ru

На сегодняшний день ассортимент универсальных грунтов для выращивания рассады культурных растений в цветочных магазинах богат и разнообразен. На самом деле, они не всегда так универсальны и иногда не оправдывают ожидания садоводов. Для диагностики качества почвогрунтов использовали две тест-системы: семена кресс-салата и пшеницы. Как показывают многочисленные литературные данные, по активности прорастания и развития тест-растений можно судить о свойствах почв как в экологическом мониторинге, так и в сельском хозяйстве.

Для оценки влияния качества универсальных почвогрунтов на всхожесть семян и рост проростков кресс-салата и пшеницы было взято три образца почвы: «Плодородная земля» – образец № 1, «Зеленый дом» – образец № 2, и «Наша дача» – образец № 3. В каждый образец было посеяно по 20 семян кресс-салата и по 10 семян пшеницы. Периодически производился полив отстоянной водопроводной водой. Через десять суток растения были извлечены из почвы. В течение опыта велись наблюдения по следующим показателям: 1. время появления всходов и их число каждые сутки; 2. общая всхожесть (к концу опыта); 3. измерение длины надземной части для пшеницы; 4. измерение длины корней для пшеницы (рис.).

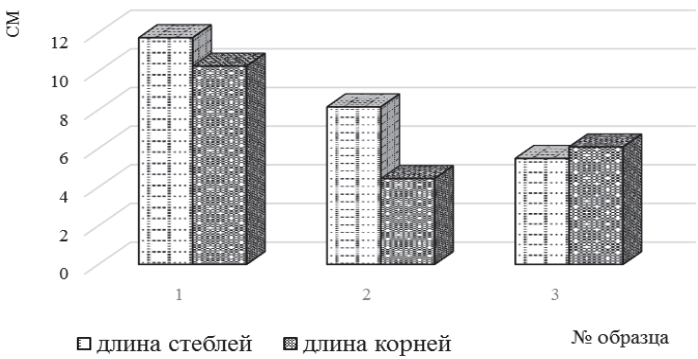


Рисунок. Морфологические показатели средней длины проростков и корней пшеницы.

Как показано на рисунке, максимальная средняя длина проростков и корней пшеницы отмечена для образца № 1 – «Плодородная земля», с низким содержанием перегноя.

В почвенных образцах были измерены pH водный и определена зольность. Показатель pH для всех образцов равен 6.5, что практически соответствует значениям, указанным на упаковках (6.0–7.0; 5.5–6.5; 5.5–6.5). Показатель зольности отражает содержание перегноя в почве, в образце № 1 содержится 12 % перегноя, в образце № 2 – 40 %, в образце № 3 – 24 %. В результате выяснилось, что первые всходы кресс-салата появились во всех образцах на 2-е сутки, на 10-е сутки кресс-салат пророс во всех образцах, но отличался по высоте. Первый проросток пшеницы появился на 2-е сутки в образце № 3. На 10-е сутки в образце № 1 все семена пшеницы проросли, в образцах № 2 и № 3 – всхожесть составила 80 %.

На основании полученных опытных данных биотестирования универсальных почвогрунтов с использованием в качестве тест-объектов семян растений можно сделать вывод, что качество почвосмеси оказывает влияние на морфологические признаки тест-культуры. Наиболее пригоден для выращивания универсальный почвогрунт «Плодородная земля». Выбранные тест объекты позволяют относительно быстро провести биотест и получить достаточно точные результаты.

УДК 631.461

ПРОДУЦИРОВАНИЕ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА МИКРООРГАНИЗМАМИ В ПОЧВАХ ГОРОДА ИРКУТСКА

Ю.М. Минченок
Педагог: А.А. Сугаченко
МБОУ г. Иркутска Гимназия № 3, minchenok.julia@yandex.ru, asugachenko@yandex.ru

Продуцирование диоксида углерода микроорганизмами (почвенное «дыхание») составляет одно из звеньев в цепи глобального биогеохимического круговорота углерода и кислорода. Определение почвенного «дыхания» имеет важное значение в биодиагностике почв. Его широко используют как для оценки продуктивности экосистем, так и для анализа активности почвенного микробоценоза.

Почвенное загрязнение негативно влияет на интенсивность образования диоксида углерода. Особенно остро этот процесс происходит в урбанизированных районах, то есть в городах. Поэтому мы поставили

перед собой цель изучить почвенное «дыхание» почв города Иркутска в лабораторном эксперименте. Для выполнения поставленной цели нужно было решить следующие задачи: произвести отбор почвенных проб; найти и опробовать методику определения почвенного «дыхания»; определить интенсивность почвенного «дыхания».

Точки отбора образцов почв располагались в Ленинском районе г. Иркутска. Это один из самых загрязненных районов города, что обусловлено расположением на его территории Иркутского авиационного завода. Первый почвенный образец был взят в Комсомольском парке, второй – на территории гимназии № 3, третий – около проезжей части, четвёртый – рядом с АЗС и пятый – вблизи площадки с контейнерами для сбора мусора.

Определение интенсивности выделения углекислого газа из почвы проводилось по методу А.Ш. Галстяна. Наибольшие значения показателей интенсивности почвенного «дыхания» наблюдались в парке «Комсомольский», что объясняется присутствием большого количества органических включений (листовой опад, корни растений и т. д.), которые служат основным питательным субстратом для микроорганизмов. Минимальные значения были определены в образцах почв рядом с АЗС и проезжей частью. Это в первую очередь связано с загрязнением данных почв выбросами различных транспортных средств.

Рисунок. Интенсивность почвенного «дыхания».

Таким образом, активность почвенных микроорганизмов, а в частности интенсивность почвенного «дыхания» напрямую зависит от экологической обстановки района исследования.

Работа рекомендована к.б.н., учителем биологии А.А. Сугаченко.

УДК 631.42

ДИНАМИКА ТОКСИЧНОСТИ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ НА УЧАСТКЕ РАЗЛИВА ГАЗОКОНДЕНСАТА В с. СЕРГЕЕВКА УФИМСКОГО РАЙОНА г. УФЫ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

М.К. Морозов
Педагог: И.М. Морозова
МБОУ ДО «ДЭБЦ «Росток», МБОУ СОШ № 104, г. Уфа,
demadebc@mail.ru

15 мая 2016 года в районе д. Сергеевка произошел прорыв конденсатопровода высокого давления «Оренбург–Салават–Уфа». Максимальная концентрация серосодержащих органических соединений в пересчете на сероводород (156.78 ПДК) была зафиксирована 17 мая 2016 в д. Сергеевка. Также в воздушных пробах были идентифицированы токсичные соединения – меркаптаны, сульфиды и дисульфиды [1].

По состоянию на 31 августа 2016 года в районе аварии сохранялась высокая токсичность почвы, содержание газоконденсата в подземной родниковой воде составляло 25 %, радиационный фон, оставаясь в пределах нормы, в 4 раза превышал значение в контроле. [2]

Почвенный покров представляет собой важнейший компонент биосферы Земли, 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 современного состояния и изменения почв под влиянием антропогенной деятельности.

Цель исследования: оценка динамики токсичности лесной почвы на участке разлива газоконденсата в с. Сергеевка Уфимского района. Для достижения цели проведено органолептическое апробирование состояния почвы; оценена токсичность почвы методом накапывания почвенной вытяжки на точку роста фасоли [3]; определена динамика токсичности и оценка эффективности проведенных работ по ликвидации последствий разлива газоконденсата.

Образцы почв отобраны 31 августа 2016 г. и 2017 г. на месте аварии, по пути стекания и у запруды, сооруженной для откачивания нефтепродукта. Для контроля проба взята в лиственном лесу на участке Уфа–Дема. Камеральная обработка проведена в сентябре 2017 г.

При органолептическом апробировании установлено, что состояние почвы – переувлажненное, почва мажется, легко формируется в комок; при падении он деформируется, но не распадается. Классификация почв по гранулометрическому составу – лёгкий суглинок.

На месте аварии и по пути стекания нефтепродукта токсичность почвы в сравнении с 2016 годом значительно изменилась в положительную сторону, отставание от контроля по общему весу растения снизилось с 8 % в 2016 г. до 5 % в 2017. У запруды токсичность почвы осталась на уровне 2016 года, отставание от контроля на 22 %. При этом по весу корней разница с контролем составляет 31 %, по весу наземной части – 12 % в 2016 и 16 % в 2017 г.

В 2016 году компанией «Газпром добыча Оренбург» почва с места аварии заменена на привозную, внесено очень много раствора микроорганизмов для нейтрализации нефтепродукта. В летний период 2017 года Уфимским лесхозом почва от места аварии до запруды перекопана. По оврагу пробурены скважины, в почву закачаны растворы с нефтеразлагающими бактериями.

По результатам исследований, токсичность почвы снижается медленно. Необходимо продолжить интенсивную биоремедиацию и применить фиторемедиацию – посев нефтестойких растений, таких как осока, щавель, клевер и другие виды.

Литература

1. *Государственный доклад* о состоянии природных ресурсов и окружающей среды РБ в 2016 году. https://ecology.bashkortostan.ru/presscenter/lectures/

2. *Морозов М.К., Морозова И.М.* Оценка воздействия газоконденсата на окружающую среду в с. Сергеевка Уфимского района РБ // Уфа, 2016. http://olimp.bspu.ru/

3. *Федорова А.И.* Практикум по экологии и охране окружающей среды / А.И. Федорова, А.Н. Никольская. – М.: Владос, 2014. – 288 с.

УДК 631.41

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ЦИНКОМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЫБРОСОВ ПРЕДПРИЯТИЙ

В.В. Орлова
Педагог: М.Г. Королева
МБОУ «Школа № 61» г. Ростов-на-Дону, s89885607492@yandex.ru

Поступлению тяжелых металлов (ТМ) в наземные экосистемы способствуют крупные предприятия химической промышленности, оказывающие большое давление на окружающую среду через свои выбросы. Город Каменск-Шахтинский Ростовской области (Россия) является примером пагубности антропогенной деятельности для прилегающих наземных и водных экосистем. В результате многолетних выбросов химического завода природные экосистемы были уничтожены, техногенные озера-приемники промышленных стоков и шламонакопители превратились в опаснейший источник вторичного загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами и, прежде всего, Zn.

Озеро Атаманское представляет собой старицу реки Северский Донец, главного притока реки Дон. Для проведения исследования форм Zn в почве было выбрано 4 площадки мониторинга с высокими уровнями техногенного загрязнения, прилегающих к озеру. Почва (лугово-черноземная) площадки мониторинга № 1 является фоновой, так как удалена на 2 км от источника загрязнения. Техногенные почвы представлены площадками мониторинга № 2–5. Подвижные формы соединений Zn в почвах извлекались ацетатно-аммонийным буферным раствором с pH = 4.8. В полученных фильтратах определяли Zn методом атомно-адсорбционной спектрофотометрии.

Таблица. Подвижные формы соединений Zn (мг/кг) в лугово-черноземной почве (№ 1) и в техногенных почвах озера Атаманского.

№ площадки мониторинга	Подвижные формы
1	0.6±0.1
2	4193.2±474.1
3	1537.8±182.5
4	6867.2±786.0
5	8254.3±900.9

Установлено, что содержание подвижного Zn на площадке мониторинга № 1, принятой в качестве фоновой (табл.), очень низкое, 0.56 мг/кг. В тоже время, в почвах, непосредственно примыкающих к озеру Атаманское, установлен беспрецедентный уровень загрязнения подвижными формами Zn. Так, содержание металла в почвах площадок

мониторинга № 2–5 в 2563–13757 раз превышает его содержание в незагрязненной почве площадки № 1.

Увеличение абсолютного содержания подвижных соединений Zn в почвах представляет серьёзную опасность для окружающей среды и, как следствие, населения.

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

УДК 631.4

МНОГООБРАЗИЕ ЛАНДШАФТОВ ПРИРОДНОГО ПАРКА «ЩЕРБАКОВСКИЙ»

Г.А. Пекова, Е.О. Толмачева, М.С. Карпов
Педагоги: И.Н. Фасевич, Н.В. Дубовицкая
МОУ СОШ № 54, Волгоград, Dnata29@yandex.ru

Природный парк, расположенный вдоль Волги, на территории Камышинского района Волгоградской области создан в 2002 году. Находится под управлением одноименного государственного учреждения Природный парк «Щербаковский». Был организован в целях сохранения природно-территориального комплекса, расположенного в Камышинском районе на границе с Саратовской областью. Общая площадь парка составляет около 35 тыс. га. Дирекция парка располагается в селе Верхняя Добринка, находящемся в 250 км от г. Волгограда и 50 км от районного центра – г. Камышин.

Уникальность природы Щербаковской излучины состоит в сочетании различных природных комплексов и объектов – оползневых амфитеатров и бугров, карстовых полей, целинных типчаково-ковыльных степей, нагорных и байрачных лесов, долинных экосистем.

В парке «Щербаковский» четыре зоны: природоохранная, рекреационная, буферная и агрохозяйственная. Задача природоохранной – сохранить уникальные природные комплексы. По рекреационной зоне проходят туристические маршруты и экологические тропы – «Волжская Швейцария», «Ураков бугор», «Щербаковская балка», «Даниловский овраг» и другие. В агрохозяйственном секторе действует ограничивающий режим. Там может вестись сельскохозяйственная деятельность, не наносящая вреда природе.

Вблизи Уракова бугра находится мезолитическая мастерская (средний каменный век). Возраст стоянки 10–11 тыс. лет. Уникальным памятником катакомбной культуры (бронзовый век) является Терновское городище. Животный мир представлен ценными охотничье-промысловыми видами, такими как лось, кабан, косуля, олень благородный, барсук, лиса, заяц-русак. По долинам рек и в заливах водятся

обыкновенный бобр, ондатра, норка американская и норка европейская. Из птиц встречаются: орлан-белохвост, могильник, большой подорлик и малый подорлик, балобан, скопа, стрепет, авдотка, дрофа.

Изучив почвенные разрезы природных ландшафтов Природного парка, мы установили взаимосвязь между растительностью и почвами.

Почвы исследуемого района сформировались на различных по возрастному и механическому составу материнских породах. Среди них основными являются четвертичные суглинки и глины. Зональными типами почв Щербаковской излучины являются темно-каштановые и каштановые почвы. Для этих типов почв характерно наличие типчаково-ковыльных и типчаково-полынных участков степи; байрачных, нагорных, а по долинам речек пойменных лесов встречаются редкие виды растений, занесенные в красные книги различных рангов. Это копеечник крупноцветковый, прострелы луговой и раскрытый, рябчик русский, серпуха донская, смолёвка Гельмана, тюльпан Геснера, брандушка разноцветная, ирис карликовый, норичник меловой, гониолимон высокий, кизильник алаунский, кермек Бунге, спирея Литвинова, горец альпийский, смолевка башкирская, прострел луговой, катран шершавый, василек русский, рябчик русский и др.

Растительность долины р. Щербаковки имеет пестрый характер. В верхней части склона на песчаной лесной почве сформировалась дубрава. Еще ниже на смену дубраве появляются островки растений, представленных густыми высокими степными злаками и кустарниками. От подножия хребта и до русла реки Щербаковки отмечается холмистый рельеф, где наблюдаются плодородные серые лесные почвы, на которых соседствуют и типчаково-ковыльная степь, и березово-дубовый лес. Таким образом, мы проследили, что от плодородия и увлажнения почв меняются виды растительности.

УДК 631.4

УЧЕБНАЯ ТРОПА «ФАКТОРЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ»

И.Н. Сазонова
Педагог: А.Б. Александрова
МБОУ «Школа № 144», Казань, adabl@mail.ru

Сохранившийся на периферии микрорайонов Азино-1 и Азино-2 г. Казани лесной участок (Азинский лес) интересен с точки зрения разнообразия фитоценозов и развивающихся под ними почв в условиях склонового рельефа, переходящего в речную пойму. Следовательно, знакомство подрастающего поколения с почвами и факторами их образования, посредством практического участия в разработке проекта

учебной тропы «Факторы почвообразования», является первым шагом, в целях сохранения естественных фитоценозов и формирующихся под ними почв.

Цель работы: разработать проект учебной экологической тропы «Факторы почвообразования». Задачи: 1. обследовать биогеоценоз и выявить маршрутные остановки тропы; 2. построить почвенно-геоморфологический профиль; 3. изучить почвенную мезофауну соснового и мелколиственного фитоценозов как биологической составляющей процесса образования почв; 4. исследовать почвообразующие породы; 5. разработать эскизы информационных щитов и рассчитать бюджет проекта.

Объектом изучения в летний период 2017 года был почвенный покров участка Азинского леса, расположенного в восточной части города Казани. Для наглядной характеристики почвенного покрова нами был выбран протяженный склон восточной, северо-восточной экспозиции, переходящий в пойму р. Нокса, на котором, с учетом абсолютных высот (122, 124, 126 м), было заложено три разреза: в хвойном, мелколиственном фитоценозах и на левом берегу р. Нокса. Описание почв проводилось по атласу почв Республики Татарстан для школьников [1]. Данные абсолютных высот и описаний мест закладки почвенных разрезов были использованы для построения почвенно-геоморфологического профиля. Изучение видового разнообразия и численности основных групп почвенной мезофауны хвойного и мелколиственного фитоценозов проводили методом раскопки и ручной разборки 8 проб почв в каждом биотопе [2].

По материалам натурного обследования и с учетом данных спутниковой карты был построен маршрут экологической тропы, на котором было выделено 4 остановки (точки).

Точка № 1. «Почвенно-геоморфологический профиль биогеоценоза». Демонстрирует формирование зональных (дерново-подзолистых) и азональных (аллювиальных) почв в условиях определенного рельефа, типа растительности, почвообразующих пород и климата.

Точка № 2. «Почвенная мезофауна хвойного и мелколиственного фитоценозов».

Мезофауна изученных фитоценозов представлена двумя типами беспозвоночных: кольчатые черви и членистоногие, которые относятся к 5 классам, 5 отрядам, 11 семействам. Среди таксонов беспозвоночных высокий уровень численности характерен для дождевых червей и насекомых, среди которых преобладают щелкуны и хрущи. В хвойном фитоценозе обнаружено 9 таксонов почвенной мезофауны, в мелколист-

венном – 12. Наибольшая численность сапрофагов отмечается в почве мелколиственного фитоценоза – 260 экз./м^2.

Точка № 3 «Древнеаллювиальные почвообразующие отложения». Наблюдали на обрыве склонового участка надпойменной террасы, на границе с поймой р. Нокса. Представляют собой слои суглинка и песка различной морфологии и мощности, чередующиеся друг с другом, на глубине 1.2–1.4 м от дневной поверхности почв.

Точка № 4 «Аллювиальные почвы». Наиболее молодые почвы. Характеризуются небольшой мощностью почвенного профиля и неглубоким залеганием почвообразующих отложений от дневной поверхности (18 см).

Были разработаны эскизы 5 информационных щитов и рассчитан бюджет проекта, составивший 30 968 рубля.

Литература

1. Атлас почв Республики Татарстан для школьников. – Казань: ИП Гарипова Г.Г., 2015. – 72 с.

2. Бызова Ю.Б., Гиляров М.С., Дугнер В. и др. Количественные методы в почвенной зоологии. – М.: Наука, 1987. 287 с.

УДК 631.43

УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОРОСТКОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ К ЗАСУХЕ: МОДЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ НА РАЗНЫХ ПОЧВАХ

А.С. Салимгареев[1], А.Н. Садыков[2]
[1]ГБОУ Школа № 179, Москва,
[2]Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
s21b1_salimgareev@179.ru

Актуальность. В современных условиях, когда чрезвычайно актуальны вопросы продовольственной безопасности, очень важно получение стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Засушливые периоды часто возникают даже на территориях избыточного увлажнения, в том числе и в определенные фазы развития растений, когда они наиболее чувствительны к недостатку влаги, например, во время прорастания семян.

Цель работы – изучение устойчивости к засухе проростков сельскохозяйственных культур на разных почвах. Были поставлены следующие задачи: 1. разработать алгоритм проведения модельного эксперимента; 2. подобрать различные варианты сельскохозяйственных рас-

тений с различной требовательностью к водному питанию и различные варианты почв, контрастные по физическим и химическим свойствам; 3. исследовать устойчивость проростков выбранных растений, достигших фазы третьего листа, к иссушению почвы

Объекты и методы. Были выбраны следующие варианты почв: 1. чернозём типичный Курской области как самая плодородная почва; 2. низинный торф, потому что торфяные почвы пойм рек используются для получения высоких урожаев овощных культур; 3. песок в качестве контраста по способности удерживать влагу и накапливать питательные вещества; 4. горизонт Апах урбанозёма г. Москвы как аналог огородной почвы; 5. специально приготовленная смесь горизонта Апах, песка и торфа как аналог растительной почвы, используемой под рассаду овощных культур. Подбор культур также был осуществлен с учетом их особенностей: огурец как влаголюбивая овощная культура, подсолнечник как масличная техническая культура, произрастающая в засушливых регионах, и овёс как типичная зерновая культура со средним потреблением влаги. Для определения засухоустойчивости сельскохозяйственных растений был выбран метод «вегетационных миниатюр» («Теории и методы физики почв», 2007). Эксперимент проводился в течение месяца в трех повторностях для каждой почвы и каждого растения. После гибели растений определяли влажность почвы, соответствующую влажности завядания (ВЗ) растений.

Результаты и обсуждение. Полученные величины ВЗ представлены в таблице. Обнаружено, что для всех исследованных культур максимальны показатели торфяной почвы. Для чернозёма значения ВЗ всех культур очень близки, около 9 %. На песке все культуры показали низкую ВЗ. Судя по полученным величинам ВЗ, на песчаных почвах при засухе такие влаголюбивые культуры, как огурец, страдают в первую очередь.

Таблица. Значения ВЗ для с/х культур на исследуемых почвах, %.

Культура	Торф	Чернозём	Песок	Урбанозём	Смесь
Овёс	50.82	9.00	0.63	15.51	15.26
Подсолнечник	60.15	9.42	0.74	12.23	10.76
Огурец	43.01	9.03	3.50	5.43	3.98

Полученные данные по динамике прироста огурца на начальных этапах его развития в условиях поддержания оптимальной влажности имеют близкие значения для всех почв независимо от их физических и химических свойств. Таким образом, для исследованных сельскохозяйственных культур при их прорастании от семени до фазы третьего листа

свойства почв практически не влияют на скорость роста и развития растений. Из этого можно сделать вывод, о том, что рассаду можно выращивать даже на песке и других неплодородных почвах, т.к. проростки используют питательные вещества, накопленные в семенах.

Работа рекомендована д.б.н., зав. каф. физики и мелиорации почв А.Б. Умаровой.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ГОРОДСКИХ ПРУДОВ

Е.П. Стадник, В.И. Журавлева
Педагог: М.А. Надпорожская
ГБОУ СОШ 567, ПГиА II, ДЮЦ «ПЕТЕРГОФ»

Многие районы Санкт-Петербурга украшают пруды, сохранившиеся от старинных дворянских усадебных комплексов. Прежде пруды выполняли разнообразные хозяйственные функции, но и в наше время они остаются важными компонентами мегаполиса, экологическое состояние которых отражает общее благополучие городской среды. Качество воды искусственных водоемов формируется под влиянием природных и антропогенных факторов. Одними из важнейших природных факторов, частично изменяемых при урбанизации, являются почвы и поверхностные грунты. Чем меньше площадь зеркала воды и глубина пруда, тем больше зависят свойства воды и состав фито- и зоокомпонентов от окружающей среды. Объекты исследования, три небольших пруда, расположены на территории, прилегающей к южному берегу Финского залива. В этом районе водотоки, берущие начало на Ижорской возвышенности, сложенной известняками, имеют воды со щелочной реакцией и минерализацией около 300 мг/л. Атмосферные осадки и грунтовые воды имеют реакцию среды близкую к нейтральной или слабокислую и мало минерализованы. Цель работы – изучение экологического состояния городских прудов. Методы исследования. Водную растительность определяли по полевым атласам. Состав простейших – в ресурсном Центре СПбГУ «Культивирование микроорганизмов». pH воды – по универсальному индикатору в поле и pH-метром в лаборатории. Общую минерализацию воды – кондуктометрически. Хлориды определяли качественно с водным раствором 10 % нитрата серебра. Обследование прудов проводили с ноября 2016 года по октябрь 2017 года. Полученные результаты. Изученные пруды имеют округлую форму. Поверхностные водотоки, втекающие в пруды или вытекающие из них, отсутствуют. На улице Жоры Антоненко (Мартышкино), находится пруд Фи-

гурный, диаметр 30 м, посредине островок с деревьями. В Голицинском садике на углу Санкт-Петербургского проспекта и Разводной улицы (Петергоф) – пруд Круглый 1, диаметр 30 м. В 100 м от Санкт-Петербургского шоссе неподалеку от дома 11 (Стрельна) – пруд Круглый 2, диаметр 20 м. Вода всех трех прудов желтоватого цвета. pH воды прудов Фигурный и Круглый 2 нейтральная (6.5–7.0). Минерализация воды прудов: Фигурный – 210–230 мг/л, Круглый 2 – 110–120 мг/л. Причина повышенной минерализации воды Фигурного пруда пока не выяснена. Фигурный и Круглый 2 пруды имеют постоянные источники питания. Свойства воды пруда Круглого 2 варьировали: pH – от нейтрального (6.5) до слабощелочного (8.0), минерализация – от 130 до 250 мг/л. Вероятно, питание пруда Круглого 1 обеспечивают попеременно разные источники: атмосферно-грунтовые и подземные водоводы. Наличие подземных труб подтверждают наблюдавшиеся нами в ноябре–декабре 2016 года характерные проталины во льду (на восточном и западном берегах). Хлориды (показатель антропогенного химического загрязнения) отмечены в изученных прудах Мартышкино и Петергофа. Надо отметить также, что эти пруды замусорены. Разнообразие водной растительности максимально в пруду Круглый 2 (горец земноводный, лилия белая, элодея канадская, пузырчатка обыкновенная, роголистник погруженный и некоторые др.). В пруду Круглый 2 обнаружены два вида инфузорий. Пруды, находящиеся в районах городской застройки, Фигурный и Круглый 1, характеризуются меньшим разнообразием водной растительности, но в них обнаружено по шесть видов инфузорий. Во всех прудах наблюдались циклопы и дафнии. Рыбы во всех прудах не обнаружено. В прудах Мартышкино и Стрельны водятся лягушки. Выводы. Пруды Фигурный и Круглый 2 имеют атмосферное и грунтовое питание, пруд Круглый 1 имеет дополнительный нерегулярный подток воды по подземным трубам из Ольгиного пруда, что делает его слабопроточным и несколько улучшает экологическое состояние. Удаленность от городских построек и дорог благоприятна для экологического состояния самого маленького из изученных прудов, Круглого 2 (Стрельна). Пруды Фигурный (Мартышкино) и Круглый 1 (Новый Петергоф) нуждаются в ежегодной очистке от мусора.

УДК 574

ВЫРАЩИВАНИЕ КАРТОФЕЛЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ПОСАДКИ

М.А. Сутеев
Педагог: И.В. Кочина
Муниципальное учреждение дополнительного образования
«Центр дополнительного образования «Созвездие»»
Тутаевского муниципального района Ярославской области,
tmr-sozvezdie@mail.ru

У нас есть дачный участок, на котором мы выращиваем разные овощи, в том числе растет картофель. За всеми овощами, чтобы они хорошо росли производится уход: прополка, рыхление, полив, подкормка. А картофель помимо этого еще подсыпают. Мне стало интересно, зачем это делают. В литературе написано, что лучшие результаты даёт гребневая посадка – это посадка сразу в подсыпанный боровок.

Цель: выяснить, при каком способе посадки картофеля будет получен лучший урожай.

Задачи: 1. вырастить картофель при разных способах ухода (подсыпка сразу при посадке, подсыпка в средние сроки, без подсыпки); 2. сравнить урожай картофеля (вес, размер, количество и состояние).

Объект: Картофель сорта Альвара. Этот сорт отличается высокой урожайностью, хорошими вкусовыми качествами, устойчивостью к заболеваниям. Альвара – среднеранний сорт, созревает через 70–80 дней после посадки, не вырождается. Картофель обладает отменным вкусом, используется как в обиходе, так и в промышленных масштабах.

Предмет: урожайность (вес, размер, количество и состояние картофеля в конце эксперимента).

Гипотеза: урожайность картофеля будет выше при посадке гребневым способом.

Методы исследования. Подготовка гряды заключалась в перекопке и внесение компоста. Затем сделали лунки, внесли немного песка и золы для рыхлости, повышения плодородия. Заложили опыт в двух повторностях: 1 опыт: посадка картофеля без дальнейшей посыпки (1 и 4 боровки); 2 опыт: гребневая посадка картофеля (2 и 5 боровки); 3 опыт: посадка картофеля с подсыпкой в обычные сроки (3 и 6 боровки).

Уход за картофелем заключался в следующем: прополка примерно через 2 недели (по мере необходимости); через три недели от начала опыта производилось рыхление. Производилась обработка картофеля

специальным средством от колорадского жука. Полива при выращивании картофеля не потребовалось, так как лето было дождливым.

Урожайность картофеля определялась в конце эксперимента после выкопки. Для того, чтобы определить урожайность картофеля в разных опытах проводился подсчет количества картофелин, сортировка по размеру (измерение диаметра при помощи линейки), взвешивание при помощи электронного безмена (отдельно каждый опыт). Определение качества картофеля – наличие гнилых экземпляров. Производилась математическая обработка результатов (вычислялись средние значения).

Результаты исследования

Общий урожай картофеля составил 235 штук, 7580 г. Больше половины (54 %) – это мелкий картофель, в диаметре меньше, чем 3 см. Крупный картофель составляет всего 20 % урожая, средний – 26 %. 17 % картофеля оказался гнилым. Это связано с погодными условиями лета 2017 года: обильные дожди в течение 25 дней; дней с температурой ниже нормы – 30.

В первом опыте в двух повторностях было получено 68 штук, 1660 г. картофеля. Почти половина (33 штуки) – маленький картофель, диаметром меньше 3 см. Крупные картошины в количестве 15 штук были только на 4 боровке). Весь картофель на 1 боровке оказался гнилым, скорее всего это произошло из-за того, что боровок был с краю, близко к водному шлангу, где часто вытекала вода прямо на землю.

Во втором опыте было выращено 89 штук, 3000 г. Больше половины (46 штук) – мелкий картофель. На втором боровке встретилось 5 гнилых картошин, в 5 боровке – нет гнилых.

В третьем опыте выращено 78 картошин, 2920 г. 29 штук – мелкий картофель, 27 – крупный (это больше, чем в остальных опытах), гнилых картошин нет.

При этом 2 и 3 бровки, относящиеся к 2 и 3 опыту (первая повторность) тоже пострадали и дали меньший урожай по сравнению со второй повторностью.

Количество и вес картошин увеличивается от 1 к 3, а затем ко 2 опыту: 68–78–89 штук; 1660–2320–3000 г.

Выводы

1. Общий урожай картофеля составил 235 штук, 7580 г. Мелкий картофель (диаметр меньше 3 см) – 54 % урожая. Крупный картофель (диаметр больше 5 см) – 20 % урожая. Средний картофель (диаметр 3–5 см) – 26 % урожая. 17 % картофеля оказались гнилыми.

2. Лучшие результаты при гребневой посадке – 89 штук, 3000 г. На втором месте опыт с подсыпкой в обычные сроки – 78 штук, 2320 г. На третьем месте опыт без подсыпки – 68 штук, 1660 г.

3. Таким образом, от способа посадки зависит количество и вес картофеля. Гипотеза подтверждена.

УДК 631.4

ПОЧВЫ ПРИРОДНОГО ЗАКАЗНИКА «ЛАБЫШКИНСКИЕ ГОРЫ»

М.Ю. Тимирбаев
Педагог: А.Б. Александрова
МАОУ «Лицей № 121», г. Казань, adabl@mail.ru

Традиционными формами территориальной охраны природы, имеющими приоритетное значение для сохранения биологического разнообразия, являются государственные природные заказники Республики Татарстан (РТ). Среди них территория Государственного природного заказника регионального значения ландшафтного профиля «Лабышкинские горы» представляет собой интерес как объект изучения ковыльно-луговых степей, чередующихся с участками дубово-липовых условно-коренных лесов, с характерными для них почвами, образующимися в природно-климатических условиях северо-восточной части Предволжья РТ [1]. Актуальность исследования объясняется отсутствием данных о почвенном покрове природного заказника «Лабышкинские Горы» в государственном реестре особо охраняемых природных территорий в РТ.

Цель данной работы: изучение особенностей формирования и морфологического строения почв заказника «Лабышкинские горы».

Задачи исследования:

1. Заложить почвенно-геоморфологический профиль на основных элементах рельефа;

2. Изучить морфологические особенности почв;

3. Дать характеристику физико-химических свойств почв.

Практическая значимость результатов исследования состоит в том, что полученные данные представляют собой необходимую справочную информацию о почвенном покрове заказника.

Объект и методы исследования. Объектом исследования были почвы «Лабышкинские горы». Исследования проводились в августе 2017 года в рамках почвенной экспедиции Института проблем экологии и недропользования АН РТ. Для характеристики почвенного разнообразия на территории заказника был выбран склон западной, северо-

западной экспозиции с уклоном от 20–25° до 30–35°, на котором был заложен почвенно-геоморфологический профиль протяженностью 120–150 м, секущий вершину и среднюю часть склона. На месте с помощью GPS навигатора были отсняты абсолютные высоты: на вершине 160 м, в средней части –147 м, в нижней трети средней части склона 140 м и отмечены колышками места закладки разрезов. Было заложено три разреза: один – на вершине склона, два – в средней части склона. Фиксировали географические координаты мест закладки разрезов, описывали рельеф местности, растительность, морфологические свойства почв и отбирали образцы массой ~500 г по генетическим горизонтам. В почвенных образцах 3-х разрезов определяли плотность сложения лабораторным методом [2], pH водной вытяжки по ГОСТ 26423-85 [3], содержание гумуса по ГОСТ 26213-91 [4].

Выводы:

1. Заложен и изучен почвенно-геоморфологический профиль, охватывающий вершину и среднюю часть склонового элемента рельефа природного заказника «Лабышкинские горы». Профиль заказника наглядно демонстрирует формирование почв разной мощности в зависимости от развития их на разных частях склоновой формы рельефа и глубины залегания почвообразующих пород. На вершине склона формируются дерново-карбонатные типичные, на средней части склона – дерново-карбонатные выщелоченные почвы.

2. Изученные почвы заказника характеризуются мощной дерниной (2–6 см), серо-коричневым цветом гумусового горизонта, ореховато-комковатой структурой.

Мощность профиля дерново-карбонатных выщелоченных почв больше, чем у дерново-карбонатных типичных, что связано с влиянием как атмосферных, так и склоновых вод. Большее скопление влаги на выположенных элементах склонового рельефа приводит к интенсивному выщелачиванию почвообразующей толщи и увеличению мощности профиля почв.

3. Дерново-карбонатные почвы по гранулометрическому составу относятся к тяжелосуглинистым почвенным разновидностям. Характеризуются оптимальной плотностью сложения и средним содержанием гумуса (3–5 %).

Литература

1. *Государственный реестр* ООПТ в РТ. Издание второе. Казань: Идел-Пресс, 2007. – 408 с.

2. *Балахчев Г.Н.* Практикум по физике почв. – Казань: Изд-во КГУ, 1993. – 43 с.

3. *ГОСТ 26423-85.* Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки.

4. *ГОСТ 26213-91.* Почвы. Методы определения органического вещества.

УДК 631.4

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО И АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ В УДОБРЯЕМЫХ ОГОРОДНЫХ ПОЧВАХ СЕЛА РУССКАЯ БУЙЛОВКА

Е.А. Удальцова[1], Т.П. Каширская[1], Н.Н. Каширская[2]
[1]МОУ СОШ Русско-Буйловская, nkashirskaya81@gmail.com
[2]Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пущино

Охрана сельскохозяйственных почв представляет собой очень важную задачу. Для предотвращения негативных последствий антропогенного воздействия на почвы необходимо исследовать их биологическую активность. В результате фотосинтеза растения накапливают органические вещества; отмирая, они попадают в почву, где разлагаются микроорганизмами с помощью ферментов, обеспечивая новые растения минеральным питанием. Целью нашей работы было определить содержание органического вещества и оценить фосфатазную активность в удобряемых огородных почвах села Русская Буйловка. Образцы почв отбирали из пахотного слоя после осенней вспашки. Для сравнения исследовалась почва огородчика – без внесения минеральных удобрений, а также торфянистая почва из цветочной плошки, наиболее богатая органическим веществом.

Исследуемые огороды расположены на песчаных почвах, изначально бедных органикой. По сравнению с почвой из цветочной плошки содержание органического вещества здесь было значительно меньше, особенно – в почвах, одна из которых не удобрялась (огородчик), а другая получала большое количество минеральных удобрений. Здесь быстро (за 1 час) проявлялась фосфатазная активность, но при суточной инкубации она была значительно меньше, чем в остальных огородных почвах, и сравнима с активностью не удобряемой почвы. Хотя внесение удобрений позволяет получать высокие урожаи и при постоянном поливе не вызывает засоления наших песчаных почв, однако их большие количества, по-видимому, обедняют почву, уменьшая ее естественное плодородие.

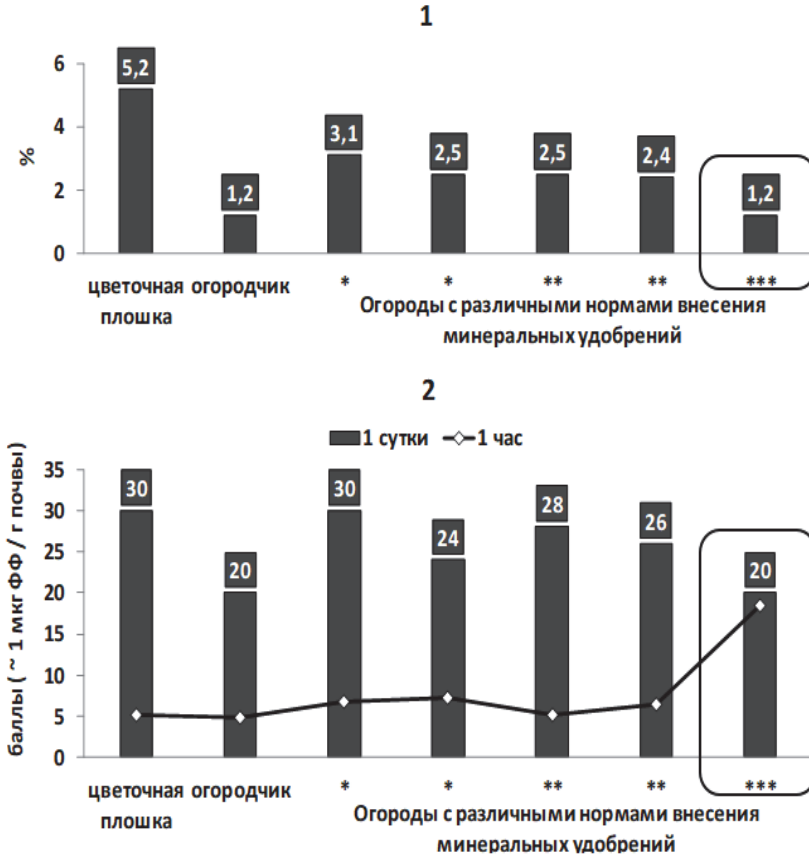


Рисунок. Содержание органического вещества (1) и фосфатазная активность (2) в пахотном слое сельскохозяйственных почв села Русская Буйловка.

Работа рекомендована к.б.н., в.н.с. лаборатории археологического почвоведения ИФХиБПП РАН А.В. Борисовым.

УДК 574.21

ПРОЕКТ СОЗДАНИЯ МЕЖПРЕДМЕТНОЙ ЭКСКУРСИИ ПО ОСОБО ОХРАНЯЕМОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ (ООПТ) МЕСТНОГО ЗНАЧЕНИЯ «ОХРАНЯЕМЫЙ ПРИРОДНЫЙ ЛАНДШАФТ ОЗЕРА ВЕРОЯРВИ»

Г.Ю. Яценко, М.М. Ростокина, К.В. Федорова
Педагоги: С.С. Рябова, Т.А. Иудина
ГБУ ДО ДД(Ю)Т Московского района Санкт-Петербурга, ГБОУ «Школа № 362», ГБОУ «Школа № 358» ГБОУ академическая гимназия № 56, eco_ddut@mail.ru

Озеро Вероярви составляет часть естественного природного ландшафта, который во многом уникален по своей биолого-экологической, географической и эстетической значимости. Здесь, на небольшой территории, в миниатюре представлена практически вся токсовская природа: само озеро в окружении камовых холмов, лес, верховое болото, которые вместе составляют единый природный комплекс.

Для сохранения этого уголка токсовской природы в его естественном состоянии по инициативе жителей поселка была создана первая в Ленинградской области особо охраняемая природная территория (ООПТ) местного значения «Охраняемый природный ландшафт озера Вероярви» площадь, которой составляет 51.8 га.

Такие науки как биология и физика дружат давно. Наблюдения над живыми организмами дают идеи, которые воплощаются в технике. С другой стороны, знание физических законов позволяет объяснить многие закономерности в животном и растительном мире. На исследуемой территории много представителей животного мира, которые активно используют законы физики в своей жизнедеятельности. На ООПТ можно в полной мере познакомиться с биоразнообразием и с адаптациями животных к конкретной среде обитания.

Цель проекта: создание межпредметной экскурсии по особо охраняемой природной территории (ООПТ) местного значения «Охраняемый природный ландшафт озера Вероярви».

Особенно редко проводятся экскурсии в природу, хотя они могут помочь учащимся уяснить связь между явлениями, изучаемыми на занятиях, и явлениями природы, с которыми дети сталкиваются ежедневно. Для формирования мировоззрения учащихся, их умений объяснять окружающие явления такие экскурсии необходимы. Они тем более важны, что и биология, и физика являются науками о природе и, как всякие науки, их нельзя отрывать от объекта изучения.

Межпредметные экскурсии призваны обеспечить единый подход разных направлений к решению общих образовательно-воспитательных задач на основе мировоззренческого обобщения знаний.

Результаты проекта: 1. Разработано и опубликовано иллюстрированное издание «Озеро Вероярви и окрестности» по ООПТ местного значения.

2. Проведена межпредметная экскурсия для учащихся по ООПТ «Законы физики в животном мире».

3. Освоены и закреплены материалы экскурсии по разделам «Законы механики в животном мире», «Приспособление животных к различным температурам», «Роль процессов испарения для животных организмов» на факультативных и дополнительных занятиях.

4. Проведены акции «Природа в опасности!», «Вместе спасем лес!» (уборка мусора и посадка деревьев на территории ООПТ местного значения), «Не поется птицам без небес!» (изготовление и развешивание скворечников на территории ООПТ), «Покормите птиц зимой!» (изготовление и развешивание кормушек).

Руководитель – к.п.н., заведующий эколого-биологическим отделом, педагог дополнительного образования ГБУ ДО ДД(Ю)Т Московского района Санкт-Петербурга С.С. Рябова.

Алфавитный список авторов

Абдрешева М.Б. 148, 190
Абдуллаева Р.З. 37, 300
Абдуллин Ю.Х. 450
Абитаванова А.Ф. 419
Аверьянов А.А. 366
Агаджанова Н.В. 6
Адамин Г.К. 8
Акавова А.А. 426
Александрова А.Б. 459, 467
Александрова А.В. 9
Алексеев Б.С. 427
Алилов Д.Р. 301
Андреев Д.Н. 293
Антоненко Е.М. 142, 171
Антропова Н.С. 276
Анциферов М.К. 429
Апраксина К.С. 11
Асадова Г. 303
Асташова Е.Ф. 321

Бабенко Е.Г. 13
Баева Ю.И. 202
Бакунович Н.О. 22, 208
Барахов А.В. 159
Бармина Н.А. 339
Барсукова Е.А. 367
Бауэр Т.В. 159, 173, 354
Бгажба Н.А. 305
Безбердая Л.А. 136
Белик А.Д. 203
Белолипецкая А.Ю. 14
Беляева М.В. 369
Беляева Н.Д. 426
Белякова М.В. 438
Бескин Л.В. 16
Бикмулина Л.Р. 18
Бикмухаметова А.Р. 370
Богданова А.А. 205
Бойко А.А. 372
Большакова В.В. 61
Бондаренко М.С. 207
Борисова А.М. 431
Борисова О.И. 431
Боровикова Я.В. 20
Британ С.А. 137
Бронникова М.А. 47
Буздакова П.В. 373, 418
Бузылёв А.В. 375
Булдакова Н.В. 432
Булышева А.М. 22, 208, 400
Бурачевская М.В. 360
Бутенко М.С. 23
Быков Ю.С. 223
Быченко А.М. 450

Валеева А.И. 432
Вартанов А.Н. 25
Васенёв В.И. 181
Васильева С.А. 426
Васильчук Дж.Ю. 27
Венжик А.С. 306
Веретельникова И. 376
Веселова А.М. 139
Вовк Д.В. 434
Воеводкина А.В. 28
Волков М.Ю. 434
Воробьева А.А. 210

Гаврилов Д.А. 30
Гаврилова В.И. 379
Гагулина А.А. 32
Галанцева Е.А. 426

Ганичев И.А.....308
Гербер А.А.....380
Гимп А.В.....142, 171
Гиневский Р.С. .211, 240, 251, 253
Гиниятуллина С.В.....450
Головина Н.А. 343
Головлева Ю.А.....34
Голод Д.Л.....436
Голубева О.В. 382
Горемыкина А.А. 434
Горнова М.В. 51
Горовцов А.В.....321
Горохова И.Н.....90
Горохова С.М. 213
Грибанова И.М. 438
Гуртовая А.В. 310

Даньшина А.В. 140, 150
Денисенко Д.А. 35
Деркач Е.С. 372
Дерябкина (Тюрина) И.Г.....171
Дерябкина И.Г.....142
Деткова М.Г.....439
Дзюба Е.А. 216
Дильмухаметова И.К. 218
Димитрова Н.А.....104, 418
Донгак Ш.К. 330
Дорохова И.А. 13
Дреева О.А.....311
Дробинина О.А.....441
Дубинина М.Н. 37, 85, 300
Дубовицкая Н.В. 434, 458
Дударева Д.М. 220
Дудникова Т.С..142, 159, 173, 354
Дурягина И.И. 143
Дууза Э.Э. 145
Душанова К.С.....312
Дьяконова М.Н.....431

Евдокимова В.О. 147
Егорова А.В. 442
Екейбаева Д.П..... 148, 190
Енчилик П.Р..... 314
Ерохина О.Г. 8
Ершов Р.А. 223
Ершова О.А..... 316

Железова А.Д..... 305
Жилин Н.И. 25
Жмурин В.А..... 317
Журавлева В.И..... 463

Замулина И.В..... 321
Захарова Н.Б. 319
Званцова В.А..... 221
Зверева Н.А. 38
Земсков Ф.И..... 25, 61
Зиннатшина Л.В. 150
Зинченко В.В. 321
Зинчук С.В. 384
Зубенко А.А. 444
Зуев А.Г..... 322

Ибатулина С.А..... 40
Иванов Е.Д. 151
Иванова В.Д. 445
Иващенко К.В. 181
Игнашев Н.Е. 385
Измайлов Г.Э. 432
Ильинцев А.С. 223, 261
Ильичев И.А. 42
Иовчева А.Д. 224
Истигечев Г.И. 387
Иудина Т.А. 426, 471
Ишмаметов Х.Р. 438

Казакова Е.Д. 447
Калинин П.И. 254
Калугин Д.В. 335
Калякина Е.Е..... 153

Каминская А.В. 226
Каплан А.В. 324
Капралева Э.Н. 452
Карандашева Н.И. 153
Карпов М.С.....458
Касацкий А.А. 9
Катаев А.Д. 51
Кашина О.С. 44
Каширская Н.Н.....469
Каширская Н.Н.....303, 312, 449
Каширская Т.П. 449, 469
Квиткина А.К. 220
Кингсеп Е.А. 154
Киреева А.Д. 45
Кожина О.Б.....439
Козлов А.В.....228, 229
Козырев А.С. 106
Колетвинов Д.С. 277
Комарова Т.В. 326
Кондакова О.Э. 156
Конопляникова Ю.В. 47
Константинов А.О.....56
Коркина Е.А. 34
Королев П.С.....327
Королева А.В. 48
Королева М.Г. 457
Короткова Е.Д. 439
Косилова В.П.....449
Костин А.С. 231
Котелевец Д.В. 27
Которова М.С. 234
Кочина И.В. 465
Кошовский Т.С.....169
Красова А.С. 447
Кречетов П.П. 66
Криницына Т.А. 157
Крупа В.Р. 50, 80
Крылова Е.А. 117
Крылова Н.А.....61
Крючкова М.О. 329
Кубик О.С. 388
Кудреватых И.Ю. 254
Кузнецов А.А. 450
Кузнецова А.И. 51
Кузьмина Д.М. 53
Кукушкина Д.И. 235
Кукушкина О.В..... 279
Куликов В.О..... 237
Куприянова Ю.В. 55
Курасова А.О. 56
Курбанова Ф.Г. 58
Кутовая О.В. 305
Куулар А.А. 330
Кучева А.А. 238

Лазарев В.А.....211, 240, 251, 253
Лазарева М.А. 60
Лебедева М.П..... 47
Леонтьева Ю.Д. 61
Литвинов Ю.А. 373, 418
Лобзенко И.П. 159, 173, 354
Лозбенев Н.И. 395
Лойко С.В..... 56, 63, 387
Лопес де Гереню В.О. 317, 356
Лопсан А.С..... 330
Лохматова А.А..... 161
Лукина К.А. 332
Лыхман В.А. 37, 65, 85, 300

Максимова В.Д. 452
Маликов М.А. 148
Мальцева А.Н. 242
Мальцова П.И. 66
Манджиева С.С..... 360
Матюгин В.А. 67
Меженков А.А. 390
Мельникова А.А. 281
Микова Е.П. 69
Минаев Н.В. 375
Мингареева Е.В. 243

Минченок Ю.М. 453
Михайлова Д.В. 71
Михайловская Т.О. 370
Мишаров В.В. 72
Мищенко А.В. 247
Мозго К.В. 447
Морев Д.В. 181
Морозов М.К. 455
Морозова А.И. 391
Морозова И.М. 427, 455
Мунхбат Б. 74
Мусаев Т.К. 282
Мякшина Т.Н. 317, 400

Надпорожская М.А. .439, 447, 463
Назарова Е.И. 128
Назарова Л.К. 248
Наими О.И. 300
Неведров Н.П. 75
Нестеров П.Н. 162
Низиенко Е.А. 250
Никандрова А.А. 334
Никифорова А.М. 335
Никоноров А.О. 251, 253

Огородников С.С. 286
Окунева А.А. 164
Онякова Т.Л. 77
Опенкина В.К. 393
Орлова В.В. 457

Панович Т.Ю. 429
Папкина А.Э. 79
Паутова Н.Б. 357
Педранова В.И. 337
Пекова Г.А. 458
Перминова А.В. 50, 80
Пескова М.Е. 166
Петров М.И. 167
Петровская А.Ю. 395
Пивченко Д.В. 396
Пильгуй Л.С. 254
Пинской В.Н. 82
Писакин А.А. 339
Пискарева В.М. 169
Подволоцкая Г.Б. 256
Полиенко Е.А. 37, 65, 85
Полосухина Д.А. 83
Пономарёва Е.С. 288
Попилешко Я.А. 171
Попов А.Е. 37, 85
Попов В.В. 86
Попов С.С. 88
Потапова А.В. 340
Почтенная А.И. 61
Прокопьева К.О. 90
Пыркин В.О. 342

Ревунова А.О. 91
Решетникова Р.А. 93
Рогожина К.Д. 159, 173, 354
Родионов А.И. 398
Ростокина М.М. 471
Рубан М.Д. 439
Румянцева Т.Н. 436
Ручкина А.В. 343
Рычагова А.Г. 174
Рюмин А.Г. 308, 400, 410
Рябинкина В.Д. 345
Рябова С.С. 471
Рязанцев П.А. 398

Сабиров А.Р. 450
Сабирова Р.В. 257
Садыков А.Н. 461
Сазанова Е.В. 94
Сазонова И.Н. 459
Сайранова П.Ш. 96
Салимгареев А.С. 461
Салмин А.С. 402

Самарина Е.Д. 259
Саркулова Ж. 176
Сарманова З.Р. 98
Семенюк И.И. 348
Сеньков А.А. 86
Сероглазкина А.В. 441
Сидоренко А.В. 100
Сидорик В.А. 101
Сидоров А.С. 9, 102
Симонова Ю.В. 403
Скворцова Т.А. 178
Скрипников П.Н. 104
Слобода А.А. 115
Слуковская М.В. 181
Смирнов М.В. 106
Солдатова А.В. 290
Солдатова Д.Н. 261
Соловьева А.А. 262
Соромотина К.С. 108
Сотников И.В. 348
Стадник Е.П. 463
Станилевич И.С. 182
Степанова В.А. 110
Столбовой В.С. 291
Столпникова Е.М. 93
Стрижакова Е.Р. 140
Сугаченко А.А. 444, 453
Сулейманов А.Р. 406
Сун Гэ 112
Сунгатуллина А.Н. 347
Сутеев М.А. 465
Сухачева А.М. 348
Сушкова С.Н. 142, 150, 159, 171, 173, 184, 354

Тагивердиев С.С. 186, 187
Тебенькова Д.Н. 51
Темникова А.И. 264
Терашкевич М.С. 407
Терехова Н.А. 113
Тимирбаев М.Ю. 467
Тимофеева Е.А. 442
Тимофеева С.Д. 431
Титаренко В.С. 186, 187
Титова К.В. 115
Тихонова М.В. 351
Токарева О.А. 409
Токтар М. 189, 190
Толмачева Е.О. 458
Торопкина М.А. 410
Трофимова А.Н. 266
Трофимова М.А. 413
Трошина Е.А. 226
Тулина А.С. 352
Тхакахова А.К. 305

Удальцова Е.А. 469
Удовенко П.С. 310
Узеньков Г.А. 192
Уляшкина А.Н. 352
Ускова Н.В. 268
Учаев А.П. 117

Фаизова В.И. 335
Фасевич И.Н. 434, 458
Федоренко А.Г. 360
Федорова К.В. 471
Федорова М.Е. 118
Филатова С.С. 120
Фомина Е.В. 72, 122
Фомина М.Ю. 194
Фомичева Д.В. 269
Фролова А.А. 159, 173, 354

Хадеева Е.Р. 38
Хлюстова В.В. 123
Хмелева В.В. 125
Хмелева М.В. 271
Хожаинова А.А. 447
Холостов Г.Д. 127

Хорохордина Н.С. 128
Хорошаев Д.А. 356
Хрептугова А.Н. 195
Хромычкина Д.П. 357

Царева Н.С. 414
Цивка К.И. 197
Цыхман А.Г. 130

Чаплыгин В.А. 198
Чекин М.Р. 359
Черникова Н.П. 360
Черницева О.В. 66
Чернов Т.И. 305
Чернов Т.Н. 441
Чинилин А.В. 416
Чурсинова К.В. 373, 418

Шаврина К.Ф. 362
Шамаев Д.Е. 402
Шамарина Е.С. 72, 273
Шараева Д.В. 419
Шептухин К.А. 128
Шерстнёв А.К. 67
Шестаков И.Е. 293
Шилова Ю.О. 294
Шмелёв Л.А. 421
Шутова Е.А. 132

Щербакова Л.С. 296

Юрова А.П. 447

Яковлева Л.В. 438, 441
Яценко Г.Ю. 471

Научное издание

Материалы Международной научной конференции

XXI Докучаевские молодежные чтения

ПОЧВОВЕДЕНИЕ – МОСТ МЕЖДУ НАУКАМИ

Печатается без издательского редактирования
Компьютерная верстка – А.Г. Рюмин
Дизайн и подготовка обложки – М.К. Захарова, А.Г. Рюмин

Подписано в печать с оригинал-макета заказчика 26.02.2018 г.
Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 29,06. Тираж 253 экз. Заказ № ____

Типография Издательства СПбГУ
199034, Санкт-Петербург, Менделеевская лин., д. 5