

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М. В. ЛОМОНОСОВА
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ДОКУЧАЕВСКОЕ ОБЩЕСТВО ПОЧВОВЕДОВ
ОБЩЕСТВО ПО ИЗУЧЕНИЮ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ
РЕГИОНАЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ СНГ МГО

ГУМИНОВЫЕ ВЕЩЕСТВА В БИОСФЕРЕ

Материалы VII Всероссийской научной конференции с международным участием,
посвященной 90-летию со дня рождения профессора Д. С. Орлова
и III Международной научной школы
«Методы оценки биологической активности гуминовых продуктов»

Москва, 4–8 декабря 2018 года



ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ЗАЛЕЖНЫХ ПОЧВ

Гиниятуллин К.Г., Смирнова Е.В., Рязанов С.С., Латыпова Л.И.
Казанский федеральный университет, Казань, kginijat@kpfu.ru

Бывшие пахотные почвы уже после 5 лет залежного развития характеризуются отрицательными величинами баланса углекислого газа и считаются устойчивым стоком углерода атмосферы. Если общее накопление углерода в залежных почвах и залежных фитоценозах принимается большинством авторов, то отношение к изменению запасов собственно почвенного органического вещества (ПОВ) не столь однозначно. Существующее разнообразие мнений о направленности изменения гумусного состояния старопашотных почв наряду с объективными причинами может быть связано с разнообразием методических подходов к оценке изменения запасов ПОВ под влиянием залежной растительности, на результаты, которой будут влиять вертикальная и горизонтальная вариабельность содержания гумуса и плотности сложения старопашотного горизонта, которые, как правило, не учитываются при традиционных исследованиях. Цель работы - оценка запасов гумуса в старопашотном горизонте светло-серой лесной залежной почвы с учетом его горизонтальной и вертикальной пространственной неоднородности на основе применения геостатистических методов.

Изучали участок залежи (10,2 га) возрастом 15 лет, на котором были размечены по методике предложенной в работе (Walvoort с соавт., 2010) страты (50 шт.), имеющие форму случайно формируемых многоугольников примерно одинаковой площади. Внутри каждой страты рандомизованно размещалась точка пробоотбора. При применении подобного подхода удается достаточно равномерно разместить на исследуемой территории точки пробоотбора, при случайном формировании расстояний между ними, что позволяет избежать искусственного наггета и создать адекватную модель регионализации. Точка на местности определялась с помощью GPS-навигации с точностью до 1 м. Образцы из старопашотного горизонта отбирались послойно (0-5 см, 5-10 см, 10-15 см, а также с 15 см на всю оставшуюся глубину старопашотного горизонта (b)). В образцах определялось содержание гумуса по Тюрину. При проведении пробоотбора в 14 точках, также послойно определялась плотность сложения.

Для моделирования пространственных закономерностей накопления гумуса в старопашотных горизонтах под влиянием залежной растительности строились 3 интерполированные карты. Первая – содержания гумуса в слоях 0-5, 5-10, 10-15 и 15-b см, по данным изучения послойных образцов, отобранных из 50 точек пробоотбора. Вторая картограмма отражала пространственную изменчивость глубины старопашотного горизонта. Третья – плотности сложения почвенного материала в слоях 0-5, 5-10, 10-15 и 15-b см, измеренная в объемных образцах отобранных в 14 точках. Для получения картограмм использовали различные подходы к интерполяции: для содержания гумуса и мощности старопашотного горизонта использовали блочный кригинг, для плотности сложения (из-за недостаточного количества пространственных данных) использовали метод IDW. Все карты создавались с одинаковым фиксированным количеством интерполируемых точек. Затем для каждой интерполированной точки рассчитывалось значение показателя запаса гумуса в различных слоях старопашотного горизонта. В итоге, были получены: карта запасов гумуса в целом в старопашотном горизонте, а также по разности в содержании гумуса в послойных образцах карта запасов накопленного под залежами гумуса в верхнем слое 0-15 см. Подход, предложенный в работе, позволяет получить реалистичные данные по запасу гумуса в старопашотных горизонтах с учетом вертикальной и горизонтальной дифференциации его содержания, неоднородности плотности сложения почвенного материала, а также, пространственного варьирования мощности старопашотного горизонта.

Оценка запасов гумуса по слоям показывает, что от слоя 0-5 см к слою 10-15 см идет закономерное снижение запасов гумуса от 13,03 до 7,86 т/га, что можно объяснить преимущественным его накоплением в самой верхней толще старопашотного горизонта. Было также показано, что среднее содержание накопленных запасов гумуса в слое 0-15 см составило 9,9 т/га, что составляет больше 30% к общему запасу гумуса в старопашотном горизонте. Вместе с тем накопленные запасы гумуса на

исследованном участке, характеризуются очень высокой вариабельностью, а размах варьирования на отдельных участках составил 7,9 т/га.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ – проект № 17-04-00846.

ГУМИНОВЫЕ КИСЛОТЫ КАК ПРИРОДНЫЙ КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩИЙ СОРБЕНТ С МЕТАЛЛАМИ

Данилова В.Н. Хушвахтова С.Д. Ермаков В.В.

Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва

(val1910@mail.ru)

Изучены свойства беззольных препаратов гуминовых кислот, выделенных из торфа Тверской области, морских осадков, отобранных на Перуанском шельфе, и сапропелей Ботовского залива оз. Селигер, и механизм их взаимодействия с ионами Hg(II), Pb(II), Cr(III).

Будучи более высокомолекулярными и слаборастворимыми, гуминовые кислоты в природных объектах ведут себя как сложные сорбенты, способствующие концентрированию металлов (МЕ) в почвах, водных суспензиях и донных отложениях. С использованием модельной системы МЕ-ГК изучались характеристики беззольных препаратов ГК, извлеченных из торфа, морских осадков и сапропелей по известной методике, включающей: экстракцию ГК 0,1 М раствором NaOH, подкисление раствора до pH 1-1,5, отделение ГК центрифугированием и последующую деминерализацию ГК 2-5% раствором фтористоводородной кислоты. Зольность препарата после подобной обработки составляла 0,22-0,25% для ГК из торфа и сапропеля и 0,84% для ГК из морских осадков. Элементный анализ воздушно-сухих препаратов ГК выполнен с помощью CHNSO-анализатора фирмы «Carlo-Erba» (Италия). ИК-спектры поглощения ГК регистрировали в диапазоне частот от 500 до 3700 см⁻¹ на FTIR-спектрометре PU-9800. В структуре ГК показано присутствие карбоксильных групп и фенольных оксигрупп, что обуславливает возможность образования комплексных соединений с металлами.

Изучена сорбция ртути (II) на беззольных препаратах гуминовых кислот, выделенных из торфа, морских осадков и сапропеля озера Селигер. Показано, что ГК обладают весьма высокой сорбционной емкостью по отношению к ионам ртути (II), достигающей: 340-360 мг/г для ГК, выделенных из торфа и сапропеля, и 180 мг/г для ГК, выделенных из морских осадков. Взаимодействие металлов (Hg, Pb, Cr) с ГК, выделенных из торфа, исследовали путем определения их сорбционной емкости. Установлено, что ГК обладают высокой сорбционной емкостью по отношению к ионам исследуемых элементов: 1 г ГК сорбирует 158 мг Pb(II) и 82 мг Cr(III) при pH=5,0 и 340 мг Hg(II) при pH=3,0.

Из изотерм сорбции нелинейным методом наименьших квадратов рассчитаны значения условных констант сродства функциональных групп ГК по отношению к ионам металлов, характеризующих прочность химической связи и механизм взаимодействия ионов металлов с ГК. Логарифмы условных констант сродства: для Hg(II) $\lg\beta=4,95$, для Pb(II) $\lg\beta=4,25$ и для Cr(III) $\lg\beta=3,78$. Высокая емкость ГК по отношению к ионам тяжелых металлов и определенная прочность образующихся соединений обуславливают роль ГК как геохимического барьера, ответственного за концентрирование загрязняющих элементов в почвах, взвесах вод, речных и морских осадках.

Вывод о преобладающем вкладе процессов комплексообразования в механизм сорбции изучаемых металлов на ГК подтверждается результатами химического фазового анализа на примере гумата ртути, полученного в модельных экспериментах по сорбции способом последовательного элюирования. Установлено, что на первой стадии химического фазового анализа при обработке 0,1 М раствором HNO₃ из осадка гумата ртути извлекается лишь 34-38 % ртути, что отражает вклад сорбции слабо связывающими сорбционными центрами. Только при обработке остатка гумата ртути 0,1 M NaOH в раствор поступает до 61-65 % от валового содержания ртути. В этих условиях осадок полностью растворяется, и в раствор поступает ртуть, сорбированная кислородсодержащими функциональными группами ГК, проявляющими большое сродство к ртути, т.е. реализуется сорбция по механизму комплексообразования.