

Химия почв

О. Ю. Гончарова, М. В. Тимофеева, Г. В. Матышак, А.В. Исаева Диоксид углерода в почвенных и поверхностных водах севера Западной Сибири: методические аспекты и количественные показатели // Почвоведение. 2024. № 2. С. 213-225. <https://doi.org/10.31857/S0032180X24020011>

Растворенный неорганический углерода является существенным компонентом углеродного цикла, особенно в северных регионах, в то же время его потери через водные объекты до сих пор редко включаются в региональные углеродные модели. В задачи работы входило подробное освещение методического подхода выравнивания концентраций к изучению содержания растворенного CO₂ в почвенных и поверхностных водах, а также оценка диапазона величин концентрации CO₂ в водах разного генезиса в ландшафтах севера Западной Сибири. В результате проделанной методической работы выработан и представлен протокол измерения концентрации CO₂ в водах методом выравнивания концентраций с подробными расчетами. Концентрация CO₂ в почвенных (надмерзлотных) и поверхностных водах (речных, болотных, озерных и др.) колебалась от 13 до 2983 мкмоль/л (274 до 57000 мкاتم), абсолютное большинство объектов было пересыщено CO₂ по отношению к атмосфере. Максимальными величинами концентраций характеризуются надмерзлотные почвенные и болотные воды; минимальным – воды аквальных экосистем: термокарстовые и лесные озера. Высокая вариабельность содержания CO₂ в водах обуславливает необходимость большого числа измерений для получения адекватных оценок.

Ключевые слова: растворенный диоксид углерода, криолитозона, термокарстовые озера, бугристые торфяники, многолетняя мерзлота

Е.А. Головацкая, Е.Э. Веретенникова, Е.А. Дюкарев Потоки парниковых газов и депонирование углерода в олиготрофных торфяных почвах южной тайги Западной Сибири // Почвоведение. 2024. № 2. С. 226-236. <https://doi.org/10.31857/S0032180X24020023>

Изучены запасы углерода (С) и темпы эмиссии парниковых газов (CO₂ и CH₄) в торфяных почвах южной тайги Западной Сибири. Исследуемые торфяные почвы относятся к олиготрофным типичным (Histosols), но развиваются в двух контрастных болотных экосистемах (залесенное и открытое болота), поэтому существенно различаются по современному растительному покрову, структуре почвенного профиля, гидрологическим и температурным условиям. Показано, что запасы углерода в исследуемых торфяных почвах в слое 0–50 см составляют 9.3 и 6.8 кг/м² на залесенном и открытом болотах соответственно. Измерения эмиссии CO₂ и CH₄ проводили камерным методом в течение вегетационных периодов с 1999 по 2014 гг. Результаты исследования показали, что исследуемые почвы характеризуются близкими значениями потоков CO₂, 116.1 и 123.4 мг CO₂/(м² ч), для почв залесенного и открытого болот соответственно, в то же время значительно различаются по величине потоков CH₄, 0.57 и 2.66 мг CH₄/(м² ч) соответственно. Результаты исследований указывают на важную роль видового состава растительности и гидрологического режима торфяных почв, сформированных в разных болотных экосистемах региона в процессах депонирования углерода и потоков парниковых газов.

Ключевые слова: болотные экосистемы, типичные олиготрофные почвы (Histosols), биологическое разнообразие, эмиссия парниковых газов, запасы углерода

M. Najafi-Ghiri, H. Reza Boostani, E. Farrokhnejad, and A. Cheraghleh "Soil Potassium Fractionations, Release and Fixation in a Cadmium Contaminated Soil Treated with Plant Residue and Biochar," Eurasian Soil Science, 57 (2), 220-232 (2024). <https://doi.org/10.1134/S1064229323601336>

Potassium (K) equilibration, release and fixation in the cadmium (Cd) contaminated soils may be affected by organic amendments application. The effect of 1.5% corn, cotton and wheat residues and their produced biochars and 150 mg kg⁻¹ Cd application on different soil K forms, K release to 0.01 M CaCl₂ and 1% wood vinegar and K fixation of a coarse-textured calcareous soil was studied. Plant residues and their produced biochars increased soluble K content by 24–69 and 22–99 mg kg⁻¹, respectively. The exchangeable K content was also increased 57–191 mg kg⁻¹ after organic amendments application. Contamination of the soil with Cd increased the soluble K content by 11–23 mg kg⁻¹. Cadmium application also increased exchangeable K and decreased non-exchangeable K of the biochar-treated soils. Exchange of Cd with exchangeable K and Ca and non-exchangeable K and subsequently exchange of soluble Ca with non-exchangeable K may be the main mechanisms for changes in K fractionations. CaCl₂ and wood vinegar extracted 500 and 502 mg K kg⁻¹, respectively, with non-significant difference. The main mechanism of K release with both solutions is the exchange reaction of non-exchangeable K with soluble Ca (originated from CaCl₂ or dissolution of CaCO₃ by wood vinegar) and it seems that acidic wood vinegar is not able to dissolve K-bearing minerals (micas and feldspars). Potassium released from the soil increased 32–338 mg kg⁻¹ in the uncontaminated soil samples and 58–408 mg kg⁻¹ in the Cd-contaminated soil samples after organic compounds application. Potassium fixation in soils treated with CaCl₂ and wood vinegar was 124 and 113 mg kg⁻¹, respectively and decreased with organic amendments application. Organic acids in wood vinegar may enter to the interlayers of clay minerals or adsorbed on the mineral edge and decrease layer collapse and K fixation. Generally, it is concluded that contamination of soil by Cd and remediation of soil with organic compounds application may increase the K availability of K-depleted calcareous soils via K addition to soil and release of native nonexchangeable K. In addition, an increase in soil soluble K by 21–230% may increase the risk of K leaching, soil salinity and cations equilibration of soil solution in long-term periods and this should be considered in K fertility management strategies of K-depleted soils.

Keywords: wood vinegar, CaCl₂, calcium carbonates, exchangeable K, soluble K, Cd

Физика почв

Р.Ф. Микаил, Е.А. Хазар, Е.В. Шеин, Ф.Д. Микаилсой Определение теплофизических параметров почвы по динамическим данным о ее температуре // Почвоведение. 2024. № 2. С. 237-249.
<https://doi.org/10.31857/S0032180X24020032>

Разработаны методики определения коэффициента температуропроводности по точечному значению температуры почв заданной мощности на основании результатов анализа динамики температуры на одной глубине по восьми суточным наблюдениям с интервалом в 3 ч. Предложенные методы основаны на решении (с двумя гармониками на поверхности почвы) обратных задач уравнения теплопереноса. Экспериментальные исследования температуры слоев 0, 5, 10, 15, 20 и 40 см глеевой пойменной почвы (Clayey Calcic Pantofluvic Fluvisols) района Игдыр, Восточная Турция, проводили с помощью датчиков Elitech RC-4 в течение летнего сезона. С помощью полученных данных различными методами были рассчитаны теплофизические свойства почвы: теплопроводность, температуропроводность, глубина затухания, теплоотдача, тепловой поток. На основании статистических критериев доказано, что предложенная точечная модель является наилучшей. Установлено, что для исследованной почвы температуропроводность составляет 1.1035 · 10⁻⁶ м²/с, теплопроводность 1.7612 Вт/(м °С), глубина затухания 17.42 см, теплоусвояемость (теплоаккумуляция) 27.9431 Вт ч0.5/м² °С. Установлено, что наибольший тепловой поток на поверхности почвы приходится на 12:00 дня (106.85 Вт/м²), а наименьший – на 03:00 ночи (–64.62 Вт/м²). *Ключевые слова:* тяжелосуглинистая глеевая почвы, точечная модель, теплопроводность, глубина затухания, теплоусвояемость, тепловой поток Г.Н. Федотов, И.В. Горепекин, Д.А. Ушкова, У.А. Конкина, А.И. Сухарев, Д.И. Потапов Наименьшая влагоемкость и некоторые аспекты механизма её возникновения // Почвоведение. 2024. № 2. С. 250-256.
<https://doi.org/10.31857/S0032180X24020042> Гуминовые вещества оказывают влияния на ряд почвенных свойств: структурообразование, формирование емкости катионного обмена, повышение

водоудерживающей способности и др. При этом в почвах и растворах гуминовые вещества существуют не в виде отдельных молекул, а в виде надмолекулярных образований, имеющих фрактально-кластерную организацию (Ф-кластеров). Следовательно, Ф-кластеры должны проявлять свое влияние на свойства почв. Так как эти образования прочно связаны между собой, для оценки их влияния на свойства почв необходимо их разделение. Это можно осуществить путем механоактивации – повышением реакционной способности (активности) веществ при их механической обработке. Целью исследования являлось изучение влияния механоактивации на некоторые свойства почв и на развитие в активированных почвах растений. Показано, что наименьшая влагоемкость образцов зональных типов почв при использовании механоактивации возрастает до 35% от исходной величины. Результаты объяснены с позиций снижения подвижности гравитационной воды Ф-кластерами в макрокапиллярах. Оптическая плотность водных вытяжек из чернозема возрастала на 75%, вязкость почвенных паст – на 57% за счет увеличения в почвенном растворе количества Ф-кластеров. Активированные почвы стимулировали прорастание семян пшеницы на 26%. Этот эффект может быть связан с образованием на поверхности семян пленок из Ф-кластеров, которые закрепляют почвенные аллелотоксины, замедляющие развитие семян.

Ключевые слова: почвенные гели, надмолекулярные образования из гуминовых веществ, фрактальные кластеры из гуминовых веществ, электронная микроскопия Ф-кластеров, наименьшая влагоемкость почв, вискозиметрия почвенных паст

Биология почв

Д.А. Никитин, Н.А. Манучарова, А.С. Добрянский Микробиом почв и супраглицальных объектов в фоновых и нефтезагрязненных экосистемах о. Хейса (архипелаг Земля Франца-Иосифа) // Почвоведение. 2024. № 2. С. 257-274. <https://doi.org/10.31857/S0032180X24020056>

Методами люминесцентной микроскопии и полимеразной цепной реакции в реальном времени исследован микробиом почв и супраглицальных объектов в фоновых и нефтезагрязненных экосистемах о. Хейса, входящего в архипелаг Земля Франца-Иосифа. Биомасса микроорганизмов составляла от 81 до 666 мкг С/г субстрата; ее большая часть (до 88%) представлена грибами. Длина мицелия грибов достигала более 360 м/г субстрата. Численность прокариот варьировала от $4.0 \cdot 10^7$ до $3.75 \cdot 10^9$ кл./г субстрата, длина гиф актиномицетов достигала 40 м/г субстрата. До 78% обнаруженных клеток прокариот представлены мелкими наноформами, что характерно для экстремальных экосистем. Доля жизнеспособных клеток микроорганизмов максимальна (74–86%) для поверхностных органогенных горизонтов и минимальна (29–54%) для минеральных надмерзлотных слоев. В составе комплекса прокариот доминировали бактерии (от $5.14 \cdot 10^5$ до $5.05 \cdot 10^{10}$ копий 16S рРНК/г почвы), а не археи – от $8.46 \cdot 10^5$ до $2.28 \cdot 10^9$ копий 16S рРНК/г субстрата. Количество ITS рРНК грибов в образцах почв Земли Франца-Иосифа составляло от $6.47 \cdot 10^4$ до $8.67 \cdot 10^{10}$ копий. Численность копий гена *alkB* (синтез алкан-монооксигеназы для деструкции n-алканов углеводородов) варьировала от $1.2 \cdot 10^1$ до $1.8 \cdot 10^5$ /г субстрата и резко уменьшалась от поверхностных горизонтов к глубинным. Нефтезагрязненные почвы и супраглицальные объекты содержали меньшую биомассу, однако большую численность рибосомальных генов микроорганизмов по сравнению с фоновыми экосистемами. Зарегистрировано экспоненциальное снижение проанализированных количественных параметров микроорганизмов от поверхностных к глубинным почвенным горизонтам.

Ключевые слова: Арктика, экстремальные экосистемы, Cryosols, почвы, численность копий рибосомальных генов, функциональные гены *alkB*, биомасса микроорганизмов, прокариоты, грибы

В. В. Вилкова, К. Ш. Казеев, М. С. Нижельский, Д. А. Привизенцева, А. Н. Федоренко, С. И. Колесников, А. К. Шхапацев Влияние пожаров на ферментативную активность коричневых почв и буроземов Западного Кавказа // Почвоведение. 2024. № 2. С. 275-285. <https://doi.org/10.31857/S0032180X24020064>

Изучено влияние пожаров на ферментативную активность коричневых почв ксерофитных лесов (Skeletal Leptic Cambisol) государственного природного заповедника “Утриш”, Краснодарский край (верховой

пожар 2020 г.) и бурозема мезофитных лесов (Haplic Cambisol (Loamic)) Хамышинского лесничества, Республика Адыгея (низовой пожар 2018 г.). Исследованы изменения реакции почвенной среды, содержания органического углерода и активности ферментов: каталазы, уреазы, фосфатазы и инвертазы, участвующих в круговороте углерода, фосфора и азота. Реакция ферментов на пирогенное воздействие зависит от вида фермента и типа почв. Проведен факторный анализ. Установлено снижение активности каталазы и инвертазы для двух типов почв в слое 0–3 см в среднем на 47%, реакция фосфатазы и уреазы отличалась в зависимости от типа почв. Спустя два года после пожара активность фосфатазы поверхностного слоя постпирогенных коричневых почв приближалась к контрольным значениям, активность уреазы восстанавливалась медленнее по сравнению с другими ферментами. Спустя четыре года после пожара, в слое 0–3 см постпирогенного бурозема значения активности уреазы были примерно равны контрольному варианту. Установлено увеличение значений pH в среднем на 30% и уменьшение содержания Сорг в среднем на 12% в обеих почвах. В слое 3–10 см коричневых почв отмечено повышение активности всех изученных ферментов, а бурозема – уменьшение. Факторный анализ показал наличие связи между реакцией почвенной среды, содержанием органического углерода и активностью ферментов, теснота и характер связи отличаются в зависимости от типа почвы. Полученные результаты свидетельствуют о влиянии эдафических особенностей изученных почв на реакцию ферментативной активности и пирогенное воздействие.

Ключевые слова: пирогенный фактор, биодиагностика, почвенные ферменты, оксидазы, гидролазы

К.С. Душанова, П.А. Украинский, Н.Н. Каширская, Т.Э. Хомутова, А.В. Борисов Биомасса и функциональное разнообразие микробных сообществ в катенах целинных и пахотных серых почв и черноземов // Почвоведение. 2024. № 2. С. 286-302. <https://doi.org/10.31857/S0032180X24020078>

Биомасса и функциональное разнообразие микробных сообществ исследованы в водораздельных, транзитных и аккумулятивных позициях катен целинных серых почв (Luvic Retic Phaeozems) и черноземов (Haplic Chernozems), заповедник “Белогорье”, и пахотных вариантов за пределами заповедника. Микробная биомасса оценивалась методом субстрат-индуцированного дыхания и по содержанию фосфолипидов. Проведено мультисубстратное тестирование дыхательных откликов в системе MicroResp в ответ на внесение аминокислот, карбоновых кислот и углеводов. Установлено, что в целинном черноземе микробная биомасса уменьшалась в направлении водораздел – аккумулятивная часть склона; в серой лесной почве минимальные значения были в транзитной части катены. В пахотном горизонте агрочерноземов она была примерно одинаковой на всех участках катены и в 2–3.5 раза меньше по сравнению с целинными черноземами. Для агросерых почв отмечено возрастание микробной биомассы в почвах транзитной и аккумулятивной частей катены. Кластерный анализ дыхательных откликов в слоях 0–10 и 10–20 см выявил две группы наиболее востребованных субстратов. Первая группа в обоих слоях включала лимонную и кетоглутаровую кислоты, вторая – фруктозу и янтарную кислоты. Аскорбиновая кислота, сахароза и глутамин входили в первую группу в слое 0–10 см и во вторую группу (вместе с аспарагином и глицином) в слое 10–20 см. Во всех катенах, как целинных, так и пахотных, было отмечено увеличение метаболического разнообразия от водораздела к аккумулятивной части катены. При этом распашка привела к его сокращению в слое 0–10 см: до 1.5 раза в черноземах и до 4 раз в серых почвах. В слое 10–20 см наблюдалась аналогичная тенденция, за исключением агросерой почвы в транзитной части катены, где число значимых откликов увеличивалось в 3.6 раза по сравнению с целинным вариантом.

Ключевые слова: заповедные и пахотные катены, микробиом, MicroResp™, Luvic Retic Phaeozems, Haplic Chernozems

Е.В. Рогожина, Л.В. Захарихина, А.С. Кизилев, М.В. Горленко Структурно-функциональное состояние микробных сообществ древних солоидов археологических памятников Черноморского побережья России // Почвоведение. 2024. № 2. С. 303-314. <https://doi.org/10.31857/S0032180X24020083>

Проведена комплексная оценка структурно-функционального состояния микробных сообществ

разновременных погребенных древних солоидов (почвоподобное образование, похожее на почву, но не имеющее генетически сформировавшихся горизонтов) в открытых археологических шурфах мест стоянок древнего человека, расположенных в среднем течении р. Мзымта Сочинского черноморского побережья в гроте Ахцу и Ахштырской пещере. Отмечены изменения функционального биоразнообразия древних солоидов по сравнению с фоном (аллювиальные почвы, формирующиеся в непосредственной близости к исследуемым солоидам и имеющие сходные с ними мезоморфологические свойства): снижение удельной метаболической активности микробных сообществ в 1.2 раза, исследованных методом мультисубстратного тестирования, и повышение нестабильности палеомикробных систем по индексу ранцового распределения спектров потребления субстратов $d > 1$, что характерно для необратимо нарушенных систем. Микробное сообщество древних солоидов претерпело ряд изменений, связанных с антропогенной деятельностью. Анализ основного спектра поглощения субстратов показал, что микробное сообщество солоида грота Ахцу ориентировано на более интенсивное потребление спиртов и аминокислот. Это позволяет предположить поступление органического вещества животного происхождения в культурный слой стоянки древнего человека. В микробиоме солоида Ахштырской пещеры обнаружено присутствие лактококков и бифидобактерий, крайне редко встречающихся в почве и развивающихся в условиях избытка углеводов на богатых сложных средах, например, ферментированном мясе, растительных остатках. В культурном слое пещерной стоянки обнаружено повышение содержания кератинолитических грибов, способных к разложению кератина волос, шерсти, перьев и т. д. Сравнительный анализ таксономической структуры прокариотного сообщества выявил, что для всех изученных почв и древних солоидов, независимо от палеоантропогенного воздействия, характерно доминирование представителей класса Thermoleophila, семейств Gaiellaceae и Solirubrobacterales, способных развиваться только при положительных температурах, что предполагает благоприятный климат в период их формирования. Реликтовые почвы грота Ахцу могут являться источником бактерий (родов Janthinobacterium, Lysobacter, Chitinophaga), обладающих биотехнологическим потенциалом и полезными прикладными свойствами.

Ключевые слова: биоиндикаторы, палеоклимат, метаболическая активность, археологический объект, стоянка древнего человека

Агрохимия и плодородие почв

В. Б. Придача, Г. В. Ахметова, Д. Е. Семин Влияние лесомелиорации на запасы углерода и дыхание почв природно-техногенных экосистем Южной Карелии // Почвоведение. 2024. № 2. С. 315-329.

<https://doi.org/10.31857/S0032180X24020092>

Представлены результаты исследований динамики запасов почвенного углерода, эмиссии CO₂ и микробного дыхания почвы в ходе посттехногенной сукцессии при проведении лесной рекультивации песчано-гравийного карьера в Южной Карелии. В июле 2021 и 2022 гг. исследованы почвы территорий разных вариантов рекультивации. В 1991 г. на участках были посажены однолетние сеянцы сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.): 1) в песчано-гравийный минеральный грунт (ПП 1, ПП 2); 2) в улучшенный торфом субстрат (ПП 3). Контролем служили естественные почвы – подбуры (Entic Podzol) ненарушенного сосняка брусничного (ПП 4). Определяли общее содержание (органического) углерода, микробную активность (методом базального и субстрат-индуцированного дыхания в лабораторных условиях), эмиссию CO₂ с поверхности почв в полевых условиях. Проведенная оценка свойств посттехногенных почв выявила сходство исследуемых показателей реплантозема ПП 3 и подбура оподзоленного ПП 4, что свидетельствует о положительном влиянии торфяного субстрата на процессы восстановления почвенно-растительного покрова песчано-гравийного карьера. Большие значения запасов углерода (в 6–10 раз) и потоков CO₂ (в 2–4 раза) с поверхности реплантозема (Umbric Leptosol (Novic)) ПП 3 относительно псаммоземов (Skeletal Leptosol) ПП 1 и ПП 2 были обусловлены как интенсивно происходящими процессами накопления органического вещества, так и внесением при посадке растений богатого питательными веществами и диаспорами растений торфяного субстрата. В условиях ПП 1 и ПП 2 отмечены наименьшие величины запасов почвенного углерода, эмиссии CO₂, микробной активности и продуктивности насаждений по сравнению с ПП 3 и ПП 4. Для более точных прогнозных оценок динамики исследуемых показателей нарушенных почв необходимо учитывать их пространственную и

временную изменчивость.

Ключевые слова: депонирование углерода, эмиссия CO₂, нарушенные земли, лесная рекультивация, факторы среды

Л.Н. Болонева, И.Н. Лаврентьева, М.Г. Меркушева, Л.Л. Убугунов, В.Л. Убугунов, С.Б. Сосорова
Биопродуктивность и микроэлементный состав злаково-бобовых травосмесей на техноземе при внесении минеральных удобрений // Почвоведение. 2024. № 2. С. 330-313.
<https://doi.org/10.31857/S0032180X24020101>

Оценено влияние посевов злаково-бобовых травосмесей и применения минеральных удобрений на техноземе, созданном после ликвидации хвостохранилища Джидинского вольфрамо-молибденового комбината (Республика Бурятия), на изменение концентраций микроэлементов в растениях и образование дернины. Содержание валовых и подвижных форм ряда микроэлементов в верхнем супесчаном слое технозема было выше, чем в фоновой почве, превосходило медианный фон для почв Забайкалья. По коэффициенту суммарного загрязнения ($Z_c = 18.8$) верхний слой характеризовался как умеренно-опасный, нижний суглинистый – неопасный ($Z_c = 4$). Выявлено, что применение удобрений снижало концентрацию микроэлементов и коэффициенты их накопления в растениях. По интенсивности биологического поглощения большая часть элементов в надземной фитомассе отнесена к группе среднего захвата, в подземной – среднего и интенсивного поглощения, что свидетельствует о ее фитостабилизационной роли. Установлено, что биопродуктивность травосмесей в контроле была низкой. Внесение удобрений увеличивало этот показатель на второй год жизни трав до среднего уровня, на третий – до высокого, а на четвертый год сформировалась дернина, закрепляющая поверхностные слои и способствующая увеличению содержания органического вещества. Результаты исследований могут быть использованы на техноземах, созданных из вскрышных отвалов, для фитостабилизации и инициации накопления органического вещества в них за счет посевов высокопродуктивных многолетних трав и применения минеральных удобрений.

Ключевые слова: микроэлементы, суммарное загрязнение, биологическая рекультивация, продуктивность, коэффициенты биологического поглощения, органическое вещество, фитостабилизация, Западное Забайкалье

Деградация, восстановление и охрана почв

Д. В. Фомичева, А. П. Жидкин, М.А. Комиссаров Полимасштабные оценки варьирования эродированности почв в условиях высокой неоднородности почвенного покрова северной лесостепи среднерусской возвышенности // Почвоведение. 2024. № 2. С. 314-358. <https://doi.org/10.31857/S0032180X24020116>

Важным направлением эрозиоведения является изучение эродированности почв, т. е. ее способности противостоять смывающему действию водного потока и капель дождя. Значения эродированности почв используются в эрозионных моделях и позволяют рассчитывать темпы смыва/намыва. Цель исследования заключалась в оценке эродированности почв и варьирования данного показателя на разных по площади участках в северной части Среднерусской возвышенности. Установлено, что эродированность почв (К-фактор) определяется преимущественно содержанием органического вещества. Средние значения К-фактора серых лесных почв, в 1.5 раза выше, чем у несмытых черноземов. С увеличением степени эродированности возрастают значения К-фактора, например в ряду: не-, слабо-, средне- и сильносмытых черноземов со следующими средними значениями: 38, 42, 44, 57 кг ч/(МДж мм) соответственно. Серые лесные почвы в большей степени подвержены риску дегградации от эрозии, чем черноземы, при прочих равных условиях, за счет их большей эродированности и меньшей мощности гумусированной толщи. Применение различных способов интерполяции значений К-фактора слабо

повлияло на изменения средних расчетных по модели WaTEM/SEDEM темпов эрозии почв, даже в условиях высокой контрастности почвенного покрова. При изменении масштабного уровня оценок эродированности почв (переходе от среднего к крупному масштабу, либо от крупного к среднему масштабу) отклонение средних расчетных темпов эрозии почв составило менее 15%.

Ключевые слова: К-фактор, WaTEM/SEDEM, серые лесные почвы (Luvic Retic Greyzemic Phaeozems), чернозем, эрозия

О. В. Николаева, С.А. Кулачкова, А.А. Астайкина, М.С. Розанова, О.А. Чистоваа Экотоксичность пыли разных функциональных зон города Москвы // Почвоведение. 2024. № 2. С. 359-372.
<https://doi.org/10.31857/S0032180X24020129>

Проведена оценка экотоксичности пыли разных функциональных зон в трех районах Москвы. Экотоксичность устанавливалась по реакции высших растений с использованием нового подхода к реализации метода биотестирования и по изменению биомассы и дыхания микроорганизмов в селитебных и транспортных зонах по сравнению с рекреационными. Предложенный способ оценки экотоксичности городской пыли по фитотестированию при моделировании поступления пылевых отложений на почвоподобные субстраты позволил решить основную методическую трудность – выбор контроля. На примере райграса пастбищного (*Lolium perenne* L.) установлено, что годовые объемы пылевых выпадений при высоких нагрузках в метровой зоне от дорожного полотна не проявляют токсичности, в то время как трехлетние – подавляют растения до 27% относительно контроля. Достоверных отличий между фитотоксичностью пыли различных функциональных зон не выявлено, она не коррелировала ни с одним из изученных свойств пыли (содержанием углерода органического вещества (Сорг), pH, электропроводностью, влагоемкостью, гранулометрическим составом). Базальное дыхание и содержание углерода микробной биомассы (Смик) пыли были максимальны в рекреационных зонах города (3.1–7.2 мкг С–CO₂/ (г ч) и 314–435 мкг/г соответственно), снижались на 27–71% в селитебных и на 76–81% в транспортных. Установлены значимые корреляции базального дыхания и Смик с Сорг ($r_s = 0.57$ и 0.61 соответственно, $p < 0.05$, $n = 49$). Высокие значения микробного метаболического коэффициента qCO_2 пыли и незначительная доля Смик в Сорг свидетельствуют о неблагоприятных условиях для микроорганизмов.

Ключевые слова: городская пыль, свойства пыли, фитотестирование, базальное дыхание, микробная биомасса

Zuwen Liu, Shuai Tian, Linan Zhang, Yichun Zhu, Jun Zhang, Jinfeng Zeng, Qing Mao, and Hongmei Ye "Risk Assessment and Source Appointment of Heavy Metal and Metalloid Pollution in Soil from a Typical Ion-Adsorption Rare Earth Tailing Abandoned for 15 Years," Eurasian Soil Science, 57 (2), 349-361 (2024).
<https://doi.org/10.1134/S1064229323601968>

Ion-adsorption rare earth mining activities are accompanied by soil heavy metal and metalloid pollution. The study aimed to determine pollution features, environmental risks, health risks and possible sources of heavy metal and metalloids in typical ion-adsorption rare earth tailing (abandoned for fifteen years). The average concentrations of Mn, Zn, As, Tl, Pb and Cr in the soil reached 290.00, 113.86, 36.16, 3.37, 185.66 and 4.78 mg kg⁻¹, respectively. The spatial distribution proclaimed that the most severe soil heavy metal and metalloid pollution was concentrated in the northeast, southwest and north of the tailing. The pollution and ecological risk assessment suggested that Pb, Tl, As and Mn were the primary pollutants. The health risk assessment confirmed Tl as a major contributor to non-carcinogenic risk, especially children who faced significant non-carcinogenic risk (hazard index up to 2.2). The positive matrix factorization results revealed that soil parent material source (released by ion-adsorption rare earth mining activities, 32.3%), ion-adsorption rare earth production (25.7%),

soil remediation activities (24.4%) and traffic emissions (17.6%) might be the primary potential source of heavy metal and metalloid. This work will offer valuable assistance in the remediation of soil heavy metal and metalloid pollution in the rare earth mining area.

Keywords: soil pollution, spatial distribution, pollution assessment, human health risk, positive matrix factorization