

Генезис и география почв

Чендев Ю. Г., Федюнин И. В., Иншаков А. А., Голотвин А. Н., Дудин Д. И., Белеванцев В. Г. Контрастные варианты эволюции почв археологических памятников в поймах рек лесостепи Среднерусской возвышенности // Почвоведение. 2021. № 4. С. 387-306.
<https://doi.org/10.31857/S0032180X21040055>

Изучены почвы археологических памятников в речных поймах на юге и севере лесостепи Среднерусской возвышенности с контрастной историей голоценового развития. На высокой пойме р. Савала в ее нижнем течении (Воронежская область) в раннем голоцене (10.3–9 тыс. л. н.) складывались наиболее благоприятные за весь голоцен условия формирования лугово-черноземных почв, мощность гумусовых профилей которых в бореальном периоде голоцена в 2 раза превышала современные значения. Максимальная интенсивность аллювиального осадконакопления (0.5 мм/год) была характерна для древнего и раннего голоцена, тогда как в среднем и позднем голоцене темпы роста почв вверх уменьшились до 0.05 мм/год. Неполноразвитость профилей современных черноземно-луговых почв позволяет предполагать чередование аккумуляции и денудации (в том числе дефляции) мелкозема на поверхности почв в позднем голоцене. В пойме верхнего течения р. Ока (Орловская область) на протяжении большей части голоцена происходило формирование моногенетического профиля черноземов выщелоченных среднемощных с содержанием гумуса более 7% и с запасами в метровой толще не менее 450 т/га. Интенсивность аккумуляции аллювия до начала II тыс. н. э. составляла не более 0.02 мм/год, а за последнее тысячелетие возросла до 1 мм/год. Причинами метахронности голоценовой эволюции пойменных почв в рассматриваемых регионах были своеобразие изменений биоклиматических обстановок и пространственно-временная специфика антропогенных нарушений природного ландшафта. Показано важное значение радиоуглеродных датировок органического вещества разновозрастных почв для палеопочвенных и палеогеографических реконструкций.

Ключевые слова: памятники археологии, синлитогенные почвы, палеопочвы, естественная и антропогенная эволюция почв, Chernozems, Phaeozems: Xianfei Huang, Zhenming Zhang, Yunchao Zhou*,

Xingfu Wang, Jiachun Zhang, Xinwei Zhou Spatial Heterogeneity of Soil Thickness and Its Contributing Factors in a Karst Basin // Eurasian Soil Science. 2021. № 4. **опубликована только в английской версии**

Soil is a fundamental component to an ecological system. This study is aimed to clarify the spatial heterogeneity of soils in the Houzhai River basins and the factors controlling it. Overall, 2755 sites designed using ArcGIS were studied; soil thickness, vegetation, land use (human disturbance), and topographic characteristics were analyzed. Soils in the basin are characterized by the high spatial heterogeneity. Soils on the elevated convex elements of topography are thinner than those in the depressions and on flat lands. Soils in the western part of the Houzhai River basin are generally thicker than soils in the eastern part of the basin. The mean soil thickness of forestland, paddy fields, arid land, and grassland is 37.40, 84.43, 69.08 and 56.03 cm, respectively. Based on the present study, soil thickness in the Houzhai River basin is closely associated with landscape, land use, and vegetation. It is interesting that soils of croplands, including paddy fields and arid lands, are generally thicker than soils of other land uses under similar environmental conditions. The major reason for this—either the choice of soils with initially greater thickness for cropland or the result of soil protection measures by land owners—remains open to arguments and needs to be clarified.

Keywords: Soil erosion, human disturbance, vegetation, land use, environmental factor

Химия почв

Д.А. Соколов, И.И. Дмитриевская, Н.Б. Паутова, Т.Н. Лебедева, В.А. Черников, В.М. Семенов
Исследование стабильности почвенного органического вещества методами дериватографии и длительной инкубации // Почвоведение. 2021. № 4. С. 407-419. <https://doi.org/10.31857/S0032180X21040146>

Почвенное органическое вещество (ПОВ) включает в себя многие классы лабильных и прочных соединений, которые доступны для разложения микроорганизмами или, наоборот, защищены от биодеградации вследствие биологической, химической и физической стабилизации. Считается, что чем больше тепловой энергии расходуется на деструкцию ПОВ, тем оно стабильнее и более устойчиво к биоразложению. Сравнивали термостойкость и биологическую стабильность органического вещества в десяти почвах, залегающих в листовенно-лесной, лесостепной, степной и сухостепной биоклиматических областях европейской части России. По величине энергии активации (E_a) самая высокая термостабильность органического вещества характерна для чернозема обыкновенного и луговой слитизированной почвы, самая низкая термостабильность свойственна серой лесной почве, а остальные типы почв занимали промежуточное положение по устойчивости к термическому окислению. Термически лабильный пул (<390–400°C) органического вещества в почвах составлял в среднем 41% (32–60%) от всего ПОВ, а термически стабильный пул (>390–400°C) был равен 59% (40–68%). Биологическая стабильность ПОВ, оцениваемая по отношению потенциально-минерализуемого органического вещества к устойчивому для минерализации (индекс биологической стабильности), уменьшалась в следующем ряду почв: чернозем обыкновенный > луговая слитизированная > серая лесная = луговая каштановая > луговой солонец > пойменная луговая. Размеры потенциально-минерализуемого пула ПОВ в исследуемых почвах были в 6–27 раз меньше, чем термолабильного пула, а параметры, характеризующие термостабильность ПОВ не коррелировали с индексом биологической стабильности. Таким образом, термолабильность ПОВ не идентична его способности к биоразложению.

Ключевые слова: углерод, термографический анализ, биокинетический метод, энергия активации, пулы

Инишева Л. И., Юдина Н. В., Головченко А. В., Савельева А. В. Биохимические факторы формирования состава болотных вод и миграция веществ в системе геохимически сопряженных ландшафтов олиготрофных болот // Почвоведение. 2021. № 4. С. 420-428. <https://doi.org/10.31857/S0032180X21040080>

Болотные экосистемы на территории Западной Сибири играют средообразующую роль и обеспечивают экологическое равновесие в биосфере. Целью исследований было изучение химических и биологических процессов болотного почвообразования, его влияния на формирование состава болотных вод и их миграцию в поверхностные воды. Исследования проводили в южно-таежной зоне Западной Сибири на малом водосборе болотной р. Ключ на ландшафтном профиле (катене) в пределах сопряженных ландшафтов олиготрофных болот. В автономной, транзитной и аккумулятивной позициях ландшафтного профиля изучали химические и микробиологические свойства торфов, определяли их влияние на формирование химического состава болотных вод в каждой позиции катены. Получено, что преимущественное развитие определенных растительных ассоциаций (сфагновых мхов фукум, магелланикум, а также пушицы и осоки) обуславливает накопление органических веществ, существенно различающихся по химическому составу. По торфяному профилю выявлена биохимическая активность до подстилающей породы, которая существенно влияет на формирование химического состава болотных вод. Эти процессы образуют индивидуальные химические свойства болотных вод в каждой позиции ландшафтного профиля. Определены факторы формирования миграционного потока и вынос химических соединений с ландшафтного профиля. За период вегетации вынос макроэлементов со стоком составил Ca^{2+} до 4843 кг/км², Feобщ до 51.7 и до 1419.0 кг/км²; микроэлементов: Pb до 2.253×10^{-3} кг/км², Cu до 10.037×10^{-3} , Mn до 317.29×10^{-3} , Zn до 41.191×10^{-3} , Ni до 8.151×10^{-3} , Ti до 29.651×10^{-3} кг/км². Вынос органических соединений в пересчете на углерод достигал 583.2 кг/км². Доказано влияние стока болотных вод (особенно органического компонента) на состав вод р. Ключ. Полученные результаты по химическому составу болотных вод в системе сопряженных ландшафтов олиготрофных болот и их

миграция с заболоченного водосбора могут быть использованы при составлении прогноза геохимической ситуации в поверхностных водах заболоченных территорий.

Ключевые слова: болотные экосистемы, миграция органического вещества, вынос макроэлементов

Биология почв

Шахназарова В. Ю., Якушев А. В., Якконен К. Л., Кичко А. А., Аксенова Т. С., Битюцкий Н. П. Прокариотный комплекс копролитов *Aporrectodea caliginosa* и *Lumbricus terrestris* // Почвоведение. 2021. № 4. С. 429-435. <https://doi.org/10.31857/S0032180X21040134>

Впервые с помощью методов метагеномики проведено сравнительное исследование влияния дождевых червей двух видов (*Aporrectodea caliginosa* и *Lumbricus terrestris*) на состав прокариотного комплекса дерново-подзолистой почвы. Прокариоты в почве и копролитах были представлены преимущественно филами *Acidobacteria*, *Actinobacteria*, *Bacteroidetes*, *Chloroflexi*, *Gemmatimonadetes*, *Planctomycetes*, *Proteobacteria*, *Verrucomicrobia*. Пассаж почвы через кишечник дождевых червей отражался на обилии некоторых таксонов ее прокариотного блока, но не на общих показателях биоразнообразия. В копролитах червей обоих видов регистрировали уменьшение обилия фил *Acidobacteria* и *Gemmatimonadetes*, включающих преимущественно олиготрофные бактерии, в копролитах *L. terrestris* – увеличение доли фил *Actinobacteria* и *Firmicutes*, представленных в основном копиотрофами и гидролитами. Кроме того, в копролитах *L. terrestris* возросло обилие анаэробных бактерий *Clostridiaceae* и способных к нитратному дыханию *Flavobacterium*, по-видимому, вследствие возникновения в трансформированной червями почве анаэробных условий. В целом изменения таксономической структуры прокариот в почве, обработанной *L. terrestris*, были более масштабными, чем в почве, обработанной *A. caliginosa*. Эти различия между копролитами червей изученных видов могут быть обусловлены особенностями функционирования их пищеварительных систем, приспособленных к трансформации отличающихся по составу источников питания.

Ключевые слова: таксономический состав, кишечное сообщество, бактерии, таксономическое биоразнообразие

Маслов М. Н., Токарева И. В., Караванова Е. И. Маслова О. А., Копейна Е. И. Динамика биологической активности и водорастворимого органического вещества в почвах горной тундры Хибин на склонах разной экспозиции // Почвоведение. 2021. № 4. С. 436-450. <https://doi.org/10.31857/S0032180X21040110>

Оценена динамика содержания и свойств водорастворимого органического вещества и биологической активности почв кустарничкового и травяного биогеоценозов горной тундры на склонах разной экспозиции. Выявлено варьирование большинства изученных показателей в течение вегетационного периода, что подтверждает важность динамических наблюдений при оценке роли почв в меняющихся условиях окружающей среды. Установлено, что почвы на юго-западном склоне характеризуются более высокой среднесуточной температурой и меньшей влажностью на протяжении всего вегетационного периода. Несмотря на это, экспозиция склона не оказывает влияния на содержание водорастворимого органического вещества и потенциальную дыхательную активность почвенных микроорганизмов. В то же время установлено, что в более теплых и сухих условиях органическое вещество почв горной тундры менее устойчиво к микробиологической трансформации. Естественный градиент температуры и влажности почвы существенным образом не сказывается на эффективности использования источников углерода и общем функционировании микробных сообществ. На основании полученных данных спрогнозирована адаптация почвенного микробного сообщества при плавном повышении температуры в Субарктике без резкого увеличения скорости минерализации почвенного органического вещества микроорганизмами.

Ключевые слова: сезонная динамика, углерод, микробная биомасса почв, сухоторфяно-подбур, литозем, Entic Follic Podzols, Naplic Leptosols

Е.В. Абакумов, И.Ю. Парникова, М. Жиянски, Р. Янева, А.В. Лупачев, М.П. Андреев, Д.Ю. Власов, Дж.

Риано, Н. Харамильо Орнитогенный фактор почвообразования в Антарктике (обзор) // Почвоведение. 2021. № 4. С. 451-464. <https://doi.org/10.31857/S0032180X2104002X>

Рассмотрена роль орнитогенного фактора в формировании почв и почвенного покрова в континентальной и маритимной Антарктике. Обобщены многолетние исследования почв ключевых участков в прибрежных оазисах Восточной Антарктики (Холмы Ларсеманна, архипелаг Хасуэлл) и на субантарктических островах (Кинг-Джордж, Ливингстон, Аргентинские острова). Показано, что колонии нелетающих птиц (пингвинов) оказывают существенное влияние на морфологическое строение и физико-химические свойства формирующихся здесь почв, а также создают вокруг себя обширные зоны биогеохимического влияния на окружающий ландшафт. Особое внимание уделено экологическому воздействию феномена орнитохории, осуществляемому морскими летающими птицами (крачками, поморниками, буревестниками, альбатросами и др.) и выражающемуся в распространении растительности, почвенного материала, мезо- и микробиоты в ранее недоступные для колонизации местообитания (перигляциальные области, скальные возвышенности и т. п.).

Ключевые слова: орнитогенные и неорнитогенные почвы, антарктическое почвообразование, орнитохория, биогеохимия

M. Teimouri, P. Mohammadi, W. A. Dick, E. Asgarani The Bacterial Diversity And Community Composition in a Semiarid Area, Determined by Illumina Miseq // Eurasian Soil Science. 2021. № 4. **опубликована только в английской версии**

The microbial population of soil is diverse and is regulated by different soil properties. This study aimed to determine the impact of climate and grazing on soil community composition in two semiarid areas, Kerman province, Iran. Soil samples were taken from four zones which were either cold or warm and either grazed by cattle or not grazed. Soil chemical analyses were determined by standard methods and the bacterial community by DNA extraction from soil followed by next generation sequencing of the 16S rRNA gene. Soil at cold areas had higher moisture, organic carbon, total nitrogen, available phosphorous and exchangeable potassium concentrations than warm sites. The abundance of Proteobacteria ($28.3\% \pm 1.0$) and Actinobacteria ($44.6\% \pm 1.1$) was highest at the cold-grazed and warm-grazed zones, respectively, which account for $\sim 70\%$ of all OTUs. Greater richness and evenness of bacteria at the cold areas, compared to the warm areas, was also observed and is attributed to more vegetation cover and soil organic matter, nutrient availability and moisture. There was no significant difference of chemical soil properties between the grazed and not grazed sites. However, significant differences were observed in bacterial diversity between the grazed and not grazed sites, suggesting that bacteria respond much more rapidly to grazing than to soil chemical properties. According to the Chao1 and J values, the least richness and the highest evenness belonged to the warm-grazed zone, indicating grazing had a greater effect at the warm areas, compared to the cold areas. In conclusion, change in community composition at managed (i.e. grazed versus not grazed) semiarid sites, estimated by next generation sequencing, precede detectable changes in soil chemical properties, thereby providing an early sign of change in soil quality.

Keywords: 16S rRNA, Diversity, Grazing, Illumina, Semiarid

Успенская О. Н., Певзнер М. М., Каримов Т. Д. Современные пойменно-старичные отложения среднего течения р. Камчатки (результаты комплексного группового биологического анализа) // Почвоведение. 2021. № 4. С. 465-474. <https://doi.org/10.31857/S0032180X21040171>

Впервые методом комплексного группового биоанализа проведено сравнительное исследование современных отложений весеннего паводка (пойменная фация аллювия) и начальной стадии зарастания старичного озера (старичная фация аллювия) в среднем течении р. Камчатки. Установлены различия процентного соотношения разных форм диатомовых водорослей и микроостатков вегетативных органов высших растений. Сравнение диатомового комплекса изученных проб с аналогичными данными по крупным озерам Камчатки позволило выявить принципиальные отличия в его составе, в том числе установлены два рода диатомей (*Cyclotella* и *Stephanodiscus*), которые либо не встречаются, либо присутствуют в незначительных количествах в отложениях паводка и начальной стадии зарастания старичного озера. Отложения полых вод, характеризующиеся по данным биоанализа как “водоем”, по составу захороненных биоостатков принципиально отличаются от таковых для долгоживущего крупного

озера. Полученные результаты могут быть использованы для идентификации погребенных пойменно-старичных отложений в Центральной Камчатке.

Ключевые слова: пойма, старица, паводок, комплексный групповой биоанализ, диатомовые водоросли

Минералогия и микроморфология почв

Абросимов К. Н., Герке К. М., Семенков И. Н., Корост Д. В. Оценка возможности применения алгоритма Оцу при сегментации порового пространства почв по томографическим данным // Почвоведение. 2021. № 4. С. 475-488. <https://doi.org/10.31857/S0032180X21040031>

Современные аналитические методы исследования стремятся к автоматизации процесса и минимальному операторскому вмешательству. Это относится и к анализу изображений – томографических срезов, как части процесса томографического исследования почв. Для расчета морфометрических показателей томографическое изображение нужно сегментировать (разделить на фазы). Сегментация может быть автоматическая и ручная (manual thresholding) под контролем оператора. Проблема автоматических алгоритмов сегментации в недостаточно точной работе с разными данными. Цель исследования – применить один из наиболее распространенных алгоритмов сегментации по Оцу к томографическим данным различных почв и показать, насколько оправдано его применение, а также определить причины и условия возникновения ошибок в автоматической сегментации. Использованы томографические съемки городских почв (Urbic Technosols), темно-серой почвы (Luvic Chernic Phaeozems), дерново-подзолистой почвы (Albic Retisols), снятые на разном оборудовании. Результаты автоматической сегментации сравнивали с результатами ручной. В качестве контрольной рентген-контрастной фазы использовано поровое пространство почв, а в качестве контрольных показателей – значения пористости и количество пор. Исследования показали, что метод Оцу наилучшим образом описывает данные большого объема, в которых артефакты изображения – цифровые “шумы” – минимальны или полностью отсутствуют, что характерно для результатов съемки агрегатов размерной фракции менее 1 мм. Для съемок с грубым разрешением или для изображений низкого качества, характерных для образцов с высоким поглощением рентгеновского излучения, автоматическая сегментация крайне нежелательна.

Ключевые слова: томография почв, анализ изображения, чернозем (Haplic Chernozems), темно-серая почва (Chernic Phaeozems), дерново-подзолистая почва (Albic Retisols), городские почвы (Urbic Technosols), почвенные монолиты, ненарушенное сложение, автоматизированная обработка

R. Paul*, K. Karthikeyan, D. Vasu, P. Tiwary, P. Chandran Origin and mineralogy of nano clays of Indian Vertisols and their implications in selected soil properties // Eurasian Soil Science. 2021. № 4. **опубликована только в английской версии**

The mineralogical composition of nano-clays (NCs), and their potential implications in soil bulk properties of Indian Vertisols are unexplored. In this study, we have isolated NCs (<100 nm) from Deccan basalt (DB) alluvium derived Vertisols (Typic Haplusterts) of central India and characterized them for their mineralogy and crystalline behavior. The soils are clayey (>60%) in texture, rich in smectite mineral (60-80% in <2 μm fraction), alkaline (pH 7.8–8.5), calcareous, and contain <1.0 % organic carbon. The clay fraction (<2 μm) is dominated by smectitic NC (40–60%) followed by hydroxy-interlayered vermiculite (HIV), pedogenic chlorite (PCh), kaolinite, and mica. The smectite is little hydroxy-interlayered (HIS), and hydroxy-interlayering is less pronounced in NC smectites than in the coarser clay smectites. The NC smectites are of smaller crystallite size (3.5–5.5 nm) and higher in crystal strain (15–22%) than coarser size clays because of its low lattice charge. The abundance of smectitic NCs considerably reduces the saturated hydraulic conductivity (<1 cm hr^{-1}) of the soils due to high dispersion and swelling ($\text{COLE} \geq 0.20$) of smectite clays even at the low level of exchangeable sodium percentage ($\text{ESP} \leq 5$) and a moderate amount of exchangeable magnesium. The report on nano clays (<0.1 μm) highlights the unique role of nano smectites in some selected soil properties, as well as in the origin of SAT Vertisols of the Indian subcontinent. *Keywords:* nanoclay, smectite, cracking clay soils, Deccan basalt

Агрохимия и плодородие почв

M. M. Tahir, A. bin Khalid, K.Mehmood, A. Khaliq, N. Rahim Variations in Soil Carbon and Nitrogen contents under Different 8 Land Uses in Sub-Temperate Highland of Azad Kashmir // Eurasian Soil Science. 2021. № 4.

опубликована только в английской версии

Land use type affects the soil organic carbon (SOC) which is an important indicator of soil quality. Current study was aimed to investigate land use type and seasonal impact on soil properties, soil organic carbon and total nitrogen under three land use types i.e. cropland (CL), grassland (GL) and forestland (FL) of a sub-temperate highland of Azad Jammu & Kashmir. Soil samples were taken from 0–15cm and 15–30 cm depths during summer, winter, autumn and spring. Cropland was more alkaline (7.13) than grassland (7.0) and forestland (6.64) indicating higher pH values of about 2-7%. Similarly, soil bulk density was higher in cropland than in grassland and forestland. Particle-size distribution among land use type showed that grassland and forestland had 9-16 % less and 10-20% higher clay contents than cropland. Soil organic carbon (SOC) and total nitrogen (TN) content were inversely proportional to soil depth, mainly concentrated in surface soil and were higher in forestland than grassland and cropland. Most of the soil organic carbon and total nitrogen was associated with macroaggregates (Ma) in 0-15 cm and with microaggregates (Mi) in 15-30 cm soil layers, whereas silt + clay fraction had least SOC and TN contents irrespective of land use and soil depth. Bulk density and soil particle-size distribution didn't change during the year. However, soil pH, soil organic carbon and total nitrogen significantly varied between seasons. The present study indicated that soil properties were greatly influenced by the land use type than by seasons. Therefore, the study reinforces the need for developing and devising suitable soil management practices for croplands. Incorporation of organic inputs and retaining the land cover with natural vegetation, or mulching should be promoted in the area. *Keywords:* Land use type, soil aggregates, soil organic carbon, soil quality, total nitrogen

Yanling Chen, Yindi Cao, Shutang Liu Effects of Long-term Mineral Fertilizer Application on Soil Nutrient, Yield and Fungal Community Composition // Eurasian Soil Science. 2021. № 4. **опубликована только в**

английской версии

Application of mineral fertilizers is an effective way to increase crop yield. It is unclear whether their long-term application can effectively improve soil fungal community composition. In this study, we investigated soil nutrient properties, yield, and soil fungi community composition using ITS rRNA sequencing based on a 38-year wheat–maize rotation field experiment on the Gleyic Cambisols without calcium carbonates. The results showed that long-term application of mineral fertilizer improves soil total nitrogen, organic carbon, available phosphorus and potassium, yield, and fungal community abundance. The predominant fungi divisions changed from *Zygomycota* in the control check treatment to *Basidiomycota* and *Ascomycota* in the mineral fertilizer treatments. Bray-Curtis distances revealed that the fungi varieties were distinctly different among treatments. The fungal community composition was different between nitrogen fertilizer application alone and in combination with potassium fertilizer. The results suggested that the different levels of potassium fertilizer input between nitrogen fertilizer application alone and in combination with potassium might result in different fungal community patterns in the wheat–maize rotation system on the Gleyic Cambisols without calcium carbonates in the North China Plain.

Keywords: fungal community diversity, predominant fungi phylum, ITS1 sequencing, available potassium

Yarong Zhang, Yu Li, Yanling Liu, Xingcheng Huang, Wenan Zhang, Taiming Jiang Responses of Soil Labile Organic Carbon and a Carbon Management Index to Different Long-term Fertilization Treatments in a Typical Yellow Soil Region // Eurasian Soil Science. 2021. № 4. **опубликована только в английской версии**

The capacity of soil to store carbon (C) and emit carbon dioxide (CO₂) into the atmosphere primarily depends on soil management practices. It is essential to understand the impact of management strategies on the soil organic carbon (SOC) content and labile organic carbon (LOC) fraction. The impacts of 24-year-long organic and

inorganic nitrogen (N) treatments on SOC, KMnO_4 -oxidizable organic carbon and its fractions (highly labile organic carbon (HLOC), moderately labile organic carbon (MLOC), low labile organic carbon (LLOC) and nonlabile organic carbon (NLOC)), and a carbon management index (CMI) were investigated under a continuous maize cultivation system in a long-term experiment in Guizhou, Southwest China. Six fertilizer treatments were included: no fertilizer input (CK), chemical fertilizer alone (NPK), 25% N through farmyard manure (FYM) plus 75% N through chemical fertilizer 1/4N-M+3/4N-CF), 50% N through FYM plus 50% N through chemical fertilizer (1/2N-M+1/2N-CF), FYM plus chemical fertilizer (MNPk) and FYM alone (M). We used the LOC content and CMI value to assess the effects of long-term combinations of FYM and chemical fertilizers at different rates on the SOC pool in various soil layers (0–20, 20–40, 40–60, 60–80, 80–100 cm) and to identify the most suitable integrated treatment. The results showed that the application of organic fertilizer generally increased the SOC content, the LOC fraction, and the CMI values in different layers, especially the surface layer, compared to the CK and NPK fertilization treatments. The SOC content and LOC fraction decreased with increasing soil depth. The significant relationship between the LOC fraction, CMI value, LOC available ratio of carbon (LOC-AR), and soil parameters showed that these values can be used to sensitively assess soil quality and SOC changes in the system. Considering the comprehensive effects on the SOC content, LOC fraction, CMI value, AR value, etc., the 1/4N-M+3/4N-CF and 1/2N-M+1/2N-CF treatments showed the greatest influence on carbon sequestration and soil productivity; therefore, these could be the best options for maize cropping systems in this region.

Keyword: soil labile organic carbon, carbon management index, fertilization treatments, yellow soil

Деградация, восстановление и охрана почв

Копчик Г. Н., Копчик С. В., Смирнова И. Е., Синичкина М. А. Ремедиация почв техногенных пустошей в Кольской Субарктике: современное состояние и многолетняя динамика // Почвоведение. 2021. № 4. С. 489-501. <https://doi.org/10.31857/S0032180X21040092>

Широкое распространение промышленного загрязнения и его серьезные экологические и экономические последствия обостряют необходимость развития и уточнения подходов к ремедиации почв как ключевого компонента экосистем. Многолетнее воздействие атмосферных выбросов предприятий цветной металлургии в Мончегорске (Мурманская область) привело к формированию вблизи источника загрязнения техногенных пустошей с загрязненными и сильно деградированными почвами. В ходе длительного мониторинга оценено современное состояние и динамика свойств почв на постоянных контрольных участках, заложенных на пустошах и в посадках березы и ивы после ремедиации, выполненной в 2003–2008 гг. двумя методами: хемофитостабилизации и перекрытия загрязненных почв искусственно созданным плодородным слоем. Результаты исследований 2011, 2015 и 2018 гг. свидетельствуют о продолжающемся подкислении почв и их загрязнении тяжелыми металлами. Несмотря на сокращение выбросов, содержание доступных соединений тяжелых металлов в верхнем слое почв техногенных пустошей и участков хемофитостабилизации не уменьшается, а нанесенные сконструированные слои накапливают никель, медь, кобальт, железо, кадмий, свинец и марганец. Обеспеченность почв элементами питания устойчиво улучшается лишь при нанесении плодородного слоя. Согласно результатам многомерного анализа, почвы пустошей и участков ремедиации закономерно распределены и обособлены в пространстве двух первых главных компонент по мере улучшения почвенных свойств в ходе восстановления, а позиции участков хемофитостабилизации отражают неустойчивый характер улучшений. Рекомендации по развитию стратегии и диверсификации методов ремедиации техногенных территорий должны учитывать разные уровни загрязнения и деградации почв в окрестностях предприятий цветной металлургии, необходимость соблюдения технологических требований и проведения поддерживающих мероприятий.

Ключевые слова: деградация почв, загрязнение, тяжелые металлы, никель, медь, элементы питания

Лиханова И. А., Кузнецова Е. Г., Лаптева Е. М., Денева С. В. Почвообразование на карьерах после проведения лесной рекультивации в среднетаежной подзоне на северо-востоке европейской части России // Почвоведение. 2021. № 4. С. 502-520. <https://doi.org/10.31857/S0032180X21040109>

Исследования проведены на европейском северо-востоке России (Республика Коми), в подзоне средней тайги, на территориях карьеров по добыче полезных ископаемых (строительного песка). Рассмотрено формирование почв в течение двух десятилетий после применения методов лесной рекультивации (посадка *Pinus sylvestris*). Выявлены особенности первичного почвообразования на субстратах разного гранулометрического состава. На песчано-супесчаном субстрате динамический ряд почв образуют: абралит (0-момент) → псаммозем гумусовый остаточно-карбонатный (11-й год) → псаммозем гумусовый грубогумусированный оподзоленный остаточно-карбонатный глееватый (18-й год); на суглинистом: абралит → пелозем гумусовый остаточно-карбонатный (3-й и 11-й годы) → пелозем гумусовый грубогумусированный элювиированный остаточнокарбонатный глееватый (18-й год). Ведущие процессы почвообразования – подстилкообразование, формирование гумусово-аккумулятивных горизонтов и гумусонакопление; их интенсивность определяется степенью развития растительного сообщества. К концу второго десятилетия в гумусовоаккумулятивном слое (0–20 см) песчано-супесчаных почв аккумулируется до 2.7 т/га органического углерода, суглинистых – 6.3 т/га, азота – соответственно 0.1 и 0.4 т/га. Скорость накопления Сорг в почве песчано-супесчаного карьера достигала 0.16, суглинистого – 0.37 т/га в год. В составе почвенного органического вещества отмечены более высокое содержание водорастворимых и лабильных компонентов гумуса по сравнению с фоновыми подзолистыми почвами, низкая степень конденсированности гуминовых кислот. Первичное почвообразование на субстрате карьеров характеризуется возрастанием актуальной кислотности от 8.0 ед. рН в абралите до 6.3–6.7 ед. рН в горизонте W образующихся почв. Скорость процесса подкисления меньше в суглинистых почвах по сравнению с песчано-супесчаными. Выщелачивание карбонатов подтверждается отсутствием кальцита и доломита в минералогическом составе верхних горизонтов формирующихся почв, уменьшением в них валового содержания оксида кальция (в абралите – 4%, в горизонте W почв – 2–3%) и карбонатов кальция (соответственно 3 и <0.5%). Спустя 18 лет, в профилях почв карьеров отмечены слабовыраженные процессы элювиирования, иллювиирования и глееобразования.

Ключевые слова: первичное почвообразование, средняя тайга, Albic Podzols, Albic Retisols, Regosols, Arenosols

Гендугов В. М., Ларионов Г. А., Краснов С. Ф., Литвин Л. Ф., Горобец А. В. Моделирование истирания почвенных агрегатов в склоновых потоках // Почвоведение. 2021. № 4. С. 521-526. <https://doi.org/10.31857/S0032180X21040067>

Эродирующая способность склонового водного потока – важнейший аргумент количественных оценок эрозии почв – определяется как разность между его транспортирующей способностью и

суммарным содержанием в нем взвешенных и влекомых наносов. В связи с этим необходимо оценивать факторы и интенсивность истирания в потоке почвенных агрегатов, определяющие доли взвешенных и влекомых частиц. Попытки моделирования истирания речных наносов (Х. Штернберг) и почвенных агрегатов (Г.И. Швебс), предпринятые ранее, не полностью соответствуют условиям взаимодействия почв и склоновых потоков. Дальнейшее описание процесса истирания эмпирическими зависимостями не принесло принципиальных улучшений. Иная модель истирания частиц, опирающаяся на законы механики, позволяет описывать процессы истирания срывааемых водным потоком почвенных агрегатов с разделением суммарного содержания наносов в потоке на влекомые и взвешенные. Верификация расчетов по этой модели экспериментальными данными, которые были получены нами ранее, оказалась удовлетворительной.

Ключевые слова: истираемость агрегатов, абразия, разрушение агрегатов, транспорт наносов, выщелоченный чернозем (Luvic Chernozem (Pachic))