

Генезис и география почв

Е. В. Жангуров, Ю. А. Дубровский, М.А. Королёв, Е. В. Шамрикова Почвы горной катены хребта Рай-из (Полярный урал) // Почвоведение. 2023. № 4. С. 417-432. <https://doi.org/10.31857/S0032180X22601256>

На основе профильно-генетического подхода проведена диагностика и определено классификационное положение ранее малоизученных почв листовенных редколесий, горных тундр и пояса холодных гольцовых пустынь Полярного Урала, сформированных в различных геоморфологических условиях. Дана морфологическая, физико-химическая и химическая характеристика исследуемых профилей почв, сформированных на породах основного и ультраосновного составов. Выявлено, что основной фон почвенного покрова под листовенниками составляют подбуры оподзоленные и иллювиально-гумусовые. Обе почвы по WRB-2015 являются Entic Podzol (Skeletal). Показано, что в условиях горных тундр сформированы глееземы перегнойные окисленно-глеевые или Reductaquic Gleysol (Thixotropic) и серогумусовые почвы или Skeletic Phaeozem. В экстремальных условиях почвообразования пояса холодных гольцовых пустынь (900–1033 м над ур. м.) локальные площади занимают различные подтипы глееземов, Reductaquic Gleysol и Turbic Gleysol (Abruptic). Установлено, что поверхностное, преимущественно напочвенное поступление растительного опада, медленная его минерализация обуславливают формирование грубогумусовых верхних горизонтов с широким молекулярным отношением C/N.

Ключевые слова: высотная поясность, диагностические горизонты, *Larix sibirica*, почвообразующие породы, криолитозона

Химия почв

В.Г. Мамонтов, В.И. Лазарев, В.О. Рыжков, С.А. Беляева Влияние бессменных культур и парования на термические и оптические свойства чернозема типичного // Почвоведение. 2023. № 4. С. 433-442. <https://doi.org/10.31857/S0032180X22601153>

С помощью термического метода и ИК-спектроскопии изучен гумусово-аккумулятивный горизонт А чернозема типичного мощного различного землепользования. Согласно полученным данным, органическое вещество чернозема состоит преимущественно из слаботермоустойчивых алифатических соединений типа полисахаридов. Об этом свидетельствуют потеря массы в низкотемпературной области, варьирующая в пределах 68.15–71.54%, и интенсивная полоса поглощения при 1083 см⁻¹, определяющая облик ИК-спектров чернозема. Под влиянием экстенсивного сельскохозяйственного использования произошла минерализация лабильных алифатических соединений и увеличение в составе органического вещества чернозема устойчивых циклических структур. На это указывает уменьшение коэффициента Черникова–Кончица Z от 3.16 до 2.47–2.73 и интенсивности большинства полос поглощения на ИК-спектрах. Самое заметное негативное влияние на органическое вещество чернозема типичного оказал бессменный пар.

Ключевые слова: термический анализ, ИК-спектроскопия, алифатические соединения, циклические структуры, полисахариды, *Naptic Chernozem (Loamic, Pachic)*

Физика почв

Т.А. Архангельская, Е.В. Телятникова Температуропроводность торфо-песчаных смесей с разным соотношением торфа и песка // Почвоведение. 2023. № 4. С. 443-449. <https://doi.org/10.31857/S0032180X22601244>

Исследована температуропроводность просеянного карьерного песка с преобладанием фракции 0.05–0.25 мм, низинного пакетированного торфа, а также их смесей. Песок смешивали с торфом в различных долевых соотношениях; содержание торфа в смесях составляло от 1 до 80% по сухой массе. Песком, торфом и их смесями набивали металлические цилиндры высотой 10 см и диаметром 3.8 см. Измерения

температуропроводности проводили в лаборатории, используя метод регулярного режима с рабочим интервалом температур 20–26°C. Измеряли скорость нагревания набивных образцов после помещения в жидкостный термостат с постоянной температурой воды. Для каждого образца проводили серию измерений при пошаговом изменении влажности от максимальной после капиллярного насыщения до минимальной при воздушно-сухом состоянии. Зависимость температуропроводности от влажности для торфа оказалась почти линейной, для песка это была кривая с максимумом. Наиболее низкая температуропроводность получена для торфа и смесей с низким содержанием песка; наиболее высокая – для чистого песка. При изменении влажности в исследованном диапазоне температуропроводность разных образцов менялась в 1.3–2.8 раза. Выявлен нелинейный характер зависимости температуропроводности от содержания торфа в образцах. Небольшие добавки торфа к песку приводили к заметному снижению температуропроводности смеси; небольшие добавки песка к торфу практически не влияли на температуропроводность. Температуропроводность изученных субстратов увеличивалась с увеличением плотности образцов и содержания песка; уменьшалась с увеличением содержания органического вещества.

Ключевые слова: пескование, торфование, почвенные конструкции, метод регулярного режима

Г. В. Матышак, С.В. Чуванов, О. Ю. Гончарова, В. А. Трифонова, М. В. Тимофеева, А.В. Исаева, М. О. Тархов Влияние влажности на эмиссию CO₂ из почв бугристых торфяников севера Западной Сибири // Почвоведение. 2023. № 4. С. 450-463. <https://doi.org/10.31857/S0032180X22600810>

Изучено влияние влажности торфяных почв, развивающихся в условиях прерывистой криолитозоны севера Западной Сибири (Надымский район, ЯНАО), на эмиссию CO₂. Эмиссию CO₂ почвами плоскобугристых торфяников и окружающих их ложбин исследовали ежегодно в августе в течение 4 лет в полевых условиях методом закрытых камер. Несмотря на существенную разницу во влажности почв, в среднем 34.8 ± 13.2 на плоскобугристом торфянике и 56.2 ± 2.1% в ложбине, достоверных отличий эмиссии CO₂ между этими экосистемами не обнаружено ни в один из годов наблюдений, в среднем 199.1 ± 90.1 и 182.1 ± 85.1 мг CO₂ м⁻² ч⁻¹ соответственно. Экспериментальное увлажнение или осушение, более чем в 2 раза, участков торфяных почв методом трансплантации не оказало достоверного влияния на эмиссию CO₂ даже спустя 3 года после начала эксперимента. Отсутствие достоверных различий эмиссии CO₂ между значительно отличающимися по влажности экосистемами и экспериментами объясняется наличием многолетнемерзлых пород и действием большого количества разнонаправленных факторов, нивелирующих возможные изменения в продукции CO₂ почвами. Повышенная эмиссия CO₂ из почв ложбин возможна за счет дополнительного вклада метанотрофного фильтра, а также латерального стока растворенного CO₂ по поверхности мерзлоты с плоскобугристых торфяников, окружающих ложбины. Отсутствие отклика эмиссии CO₂ на значительное изменение влажности может говорить о широком оптимуме этого параметра для микробиологической активности в торфяных почвах региона исследований. Полученные данные свидетельствуют, что при исследовании криогенных почв заболоченных ландшафтов необходимо, помимо собственно биогенных источников, учитывать дополнительные факторы, часто физического характера, меняющие баланс потоков и эмиссию CO₂.

Ключевые слова: многолетнемерзлые породы, климатические изменения, торфяные почвы (Cryic Histosol, Fibric Histosol), почвенное дыхание, влажность почв

Chunming Chi Two novel models to describe the entire soil water retention curve // Eurasian Soil Science, 56 (4), - (2023). <https://doi.org/10.1134/S1064229322602360>

Two models are proposed to describe the entire soil water retention curve from saturation to zero water content. Each model has only three parameters, thus being simple and easy to apply. The first model takes pF (pF is a logarithm of matric suction measured in cm) and the second model takes the matric suction (h) as the independent variable. The SWRCs fitted by the two models are in good agreement with measured retention data. The fitting results of the SWRCs of the two models for clay soils are better than those for sandy soils. This may

be because the pore-size distribution of clay soil is more consistent with the lognormal distribution law than that of sandy soil in this study. Further, the first model is better than the second model for representing the entire SWRC because the first model describes the logarithmal rule of the soil pore-size distribution better than the second model.

Keywords: all matric suctions, saturated soil water content, zero water content, field capacity, oven dryness

Биология почв

А. В. Кураков, Е. Н. Биланенко Динамика микобиоты при компостировании коровьего навоза и соломы // Почвоведение. 2023. № 4. С. 464-481. <https://doi.org/10.31857/S0032180X22601542>

Проведено исследование динамики микобиоты при компостировании коровьего навоза и соломы пшеницы с применением ДНК-баркодинга и культурального метода. С помощью ДНК-баркодинга были обнаружены грибы отделов Ascomycota, Basidiomycota, Mortierellomycota, Chytridiomycota, Rozellomycota, Aphelidiomycota. Культуральный метод (посев) выявил Ascomycota, Basidiomycota, Mucoromycota. Все порядки грибов, установленные методом посева, за исключением Saccharomycetales в Ascomycota и Mucorales в Mucoromycota, были обнаружены и с помощью ДНК-баркодинга, но последним и многие другие. Совпадение видов, выявленных обоими методами, было единичным. Прослежены изменения в числе колониеобразующих и операционно-таксономических единиц таксонов разного уровня при трансформации навоза с соломой в компост. ДНК-баркодинг позволил полнее выявить изменения таксономической и эколого-трофической структуры грибного сообщества при компостировании навоза и соломы. Они выражаются в существенном увеличении представленности базидиомицетов, особенно *Coprinus* spp., *Coprinellus* spp., в компосте, способных к трансформации лигнина, сложных органических веществ навоза, и снижении доли доминирующих в исходных субстратах обильно спороносящих “сахарных” и целлюлозолитических аскомицетов: *Sordariomycetes* в навозе и *Dothideomycetes* в соломе. При компостировании произошли значимые перестройки в составе копрофильных, эпифитных и фитопатогенных грибов. Обсуждаются значение токсинообразующих, аллергенных и термофильных видов грибов, представляющих опасность для здоровья человека, возможности оценки готовности компоста для внесения в почву в качестве биоудобрения с учетом данных по микобиоте.

Ключевые слова: грибы, компост, таксономическая структура, сообщества, эколого-трофические группы, базидиомицеты, ДНК-баркодинг, метагеномные подходы

Агрохимия и плодородие почв

В. М. Семенов, Т. Н. Лебедева, Н. Б. Зинякова, Д. А. Соколов Размеры и соотношения пулов органического углерода в серой лесной почве при многолетнем применении минеральных и органических удобрений // Почвоведение. 2023. № 4. С. 482-501. <https://doi.org/10.31857/S0032180X22601426>

Почвенное органическое вещество предложено подразделять на структурные и процессные пулы. К структурным пулам отнесены твердые органические частицы (Particulate Organic Matter, СПОМ) и минерально-связанное органическое вещество (Mineral-Associated Organic Matter, СМАОМ), а к процессным пулам – микробная биомасса (Смик) и потенциально-минерализуемое органическое вещество (С0). Исследования проводили в многолетнем микрополевым опыте на серой лесной почве (Luvic Retic Greyzemic Phaeozems (Loamic)). Ежегодно на протяжении 9 лет применяли минеральные (N 90–360, P2O5 75–300 и K2O 100–400 кг/га) и органические (свежий навоз крупного рогатого скота от 25 до 100 т/га) удобрения в возрастающих дозах. Прирост запасов органического углерода (Сорг) в почве от НРК и навоза составил 5–10 и 38–83% соответственно. Внесение экстремальных доз навоза (от 700 до 900 т/га за 9 лет) вело к насыщению почвы органическим углеродом. Размеры пулов ПОВ уменьшались в последовательности СМАОМ > СПОМ > С0 > Смик, составляя 7.91–12 г/кг (50–84% от Сорг), 0.76–12 г/кг (8–50%), 0.32–1.71 г/кг (2.8–13.7%) и 0.09–0.56 г/кг (0.8–3.7%) соответственно. Размеры пула СПОМ

зависели в основном от дозы минеральных и органических удобрений, а СМАОМ – от длительности применения удобрений. Пулы Смик и С0 увеличивались с повышением дозы навоза и уменьшались с ростом доз NPK. Многолетнее применение навоза не давало кумулятивного накопления С0 в почве. Подчеркивается, что выделение структурных и процессных пулов может быть использовано в мониторинге качества и функций почвенного органического вещества.

Ключевые слова: почвенное органическое вещество, Сорг, секвестрация органического углерода, органическое вещество твердых частиц, ПОМ, минерально-связанное органическое вещество, потенциально-минерализуемое органическое вещество, С0, микробная биомасса, Смик

Kaining Sun, Jianfeng Zhang, Weihua Zhang, Wei Zhou, and Junfeng Wang "Characteristics of Soil Salinity in Representative Plastic Shed Vegetable Production Areas in Shandong Province, China," Eurasian Soil Science, 56 (4), - (2023).. <https://doi.org/10.1134/S1064229322601895>

Plastic shed vegetable (PSV) cultivation has become an important vegetable production system in China, which accounts for about 1/4 of the total vegetable production of China. Shandong is the largest facility vegetable growing area in China. Continued years of high-input, high-output planting methods have brought some problems to the surrounding environment. Salinization has not only affected the soil and groundwater environment, but also the growth of vegetables. A comprehensive understanding of soil salinization in plastic shed vegetable fields is important for the sustainable development of the vegetable farming industry. In this paper, random survey sampling was used to collect soil samples from representative PSV production areas in Shandong Province, and the soil salinization status, acidification status, salt ion composition, and the main causes of soil salinity were studied in the survey area. Our study found that the salinized soils (mild, moderate, and severe levels) in the surveyed areas accounted for 40% of the total samples, and the total soluble salt (TSS) increased with the increase of the planting years. After continuous planting for 10 years, the soil pH showed a downward trend, indicating that salinization and acidification occurred simultaneously. A significant positive correlation was observed between TSS and soil organic matter (SOM) ($r = 0.4773^{**}$). Principal component analysis found that Ca^{2+} , K^{+} , Mg^{2+} , and Na^{+} had higher positive loads on principal component 1, the factor loads were 0.557–0.927, and the contribution rate reached 34.928%. Correlation analysis also showed that TSS was positively correlated with the concentrations of these ions ($P < 0.01$). The soil salinization status should be closely monitored and regulated by regulatory authorities to improve environment and soil health through balanced fertilization, thereby improving the yield and quality of vegetables.

Keywords: greenhouse, total soluble salt, soil organic matter, chemical fertilizer

Peng Lai, Farhan Nabi, Hong Chen, Changkun Zhao, Guotao Yang, Ting Chen, Cheng Liang, Youlin Peng, Xuechun Wang, Yungao Hu "The Long-Term Straw Returning to Paddy Land Altered the Soil Phosphate Fractions and Composition of Microbial Communities," Eurasian Soil Science, 56 (4), - (2023). <https://doi.org/10.1134/S1064229322602207>

Straw returning is an effective practice for improving soil quality and increasing soil nutrients. However, the effect of straw returning on soil phosphate fractions and phosphate-solubilizing microorganisms (PSM) needs to be clarified. Here, we studied the variation of soil properties, soil phosphate fractions, and microbial communities at 0–40 cm soil layer under four treatments (S0 (0 kg/ha straw), S1 (3000 kg/ha straw), S2 (6000 kg/ha straw), and S3 (9000 kg/ha straw)). Soil properties were measured by conventional methods; soil phosphate fractions were measured by the Bowman-Cole method, and soil microbial communities were determined by high-throughput sequencing. The results showed that total phosphorus (TP), total organic phosphorus (TOP), and total inorganic phosphorus (TIP) increased by 16.16–59.52, 53–73.4, and 18.7–45.54% in S1, S2, and S3 compared to S0. The Chao1 (community richness) and Shannon (community diversity) index of bacteria and fungi were significantly higher in S1, S2, and S3 treatments than in S0. Redundancy analysis (RDA) results showed that the contribution of TOP, TIP, and soil organic matter (SOM) to the relative abundance of microbes were 84.20–94.80, 83.20–94.40, and 89.20–94.10%, respectively, which was significantly higher than that of other soil variables (field moisture capacity (FMC), soil porosity (SP), soil bulk

density (SBD), pH, electrical conductivity (EC), cation exchange capacity (CEC), residual phosphorus (RP), TP, available phosphorus (AP)). Overall, long-term straw returning can alter the soil phosphate fractions by improving TOP, TIP, and SOM contents, thus effectively enhancing the abundance of soil microorganisms in 0–40 cm soil, especially the abundance of PSM in the surface soil.

Keywords: phosphorus forms, phosphate-solubilizing microorganisms (PSM), phosphate solubilization, soil properties

DOI: 10.113

Деградация, восстановление и охрана почв

И. Н. Семенов, А. В. Шаропова, С.А. Леднева, Т.В. Королева Фракционный состав соединений марганца в верхнем почвенном слое зон воздействия террикона угольной шахты (Среднерусская лесостепь) // Почвоведение. 2023. № 4. С. 502-509. <https://doi.org/10.31857/S0032180X22601190>

Для анализа трансформации фракционного состава соединений Mn в почвах зон воздействия терриконов сульфидсодержащих пород Тульской области на 11 точках исследованы гранулометрический состав, величина pH, удельная электропроводность водной вытяжки, концентрация Sorp и трех подвижных форм металла. Средне-, тяжелосуглинистые токсилитостраты (Technosols) незадернованной поверхности террикона с преимущественно очень кислой реакцией среды (pH до 3.7) часто имеют сульфатное засоление, удельная электропроводность водной вытяжки 1 : 5 достигает 2 дСм/м. Сернокислые стоки и твердофазное вещество с террикона образуют делювиально-пролювиальные шлейфы, которые погребают высокопродуктивные черноземы. В наиболее токсичном незадернованном субстрате подвижность Mn – суммарная доля трех подвижных форм от валового содержания – составила 2–4%, в задернованном токсичном субстрате (Regosols over Phaeozems) и погребенном горизонте AUx черноземов – 20–40%, горизонте AU незагрязненного чернозема (Chernozems) приближалась к 100%. По показателям фракционного состава соединений Mn незадернованные почвы шлейфов близки к токсичным субстратам террикона, а задернованные почвы шлейфа приближаются к фоновым черноземам. Предположительно за счет влияния растительности в задернованном субстрате значимо больше ($p < 0.05$) содержание подвижных соединений Mn. Поступление сернокислых растворов в горизонт AUx черноземов уменьшает содержание подвижных соединений и валового Mn.

Ключевые слова: объекты накопленного вреда, потенциально токсичные элементы, темноцветные почвы (black soils), черноземы (Chernozems), токсичные техногенные поверхностные образования (Technosols), фракционирование, угледобыча, загрязнение почв

М.М. Иванов, Н.Н. Иванова Экспресс-анализ вертикального распределения ^{137}Cs в почве для оценки темпов эрозионно-аккумулятивных процессов в зоне интенсивного радиоактивного загрязнения // Почвоведение. 2023. № 4. С. 510-520. <https://doi.org/10.31857/S0032180X22601104>

Полевая гамма-спектрометрия в условиях интенсивного радиоактивного загрязнения показала высокую эффективность при изучении проявлений эрозионно-аккумулятивных процессов и вызванной ими трансформации поля загрязнения. Целью представленной работы является оценка применимости компактных и широкодоступных гамма-детекторов для экспресс-анализа вертикального распределения ^{137}Cs чернобыльского происхождения в почве и толщах наносов для определения мощности слоя аккумуляции за постчернобыльский период. В качестве объекта исследования были выбраны почвы и аккумулятивные толщи разного происхождения, сформированные в пределах “Плавского радиоактивного пятна” в южной части Тульской области. Можно заключить, что сравнительной экономичности и быстроте проведения измерения в заданных условиях возникают существенные искажения. Путем сопоставления получаемого вертикального распределения скорости счета гамма-квантов и реального распределения запасов ^{137}Cs установлены систематические искажения, ограничивающие применимость предлагаемой схемы измерений. Рассмотрены основные перспективы дальнейшего применения методики экспресс-анализа вертикального распределения ^{137}Cs в почве при сравнительно высоких концентрациях радионуклидов.

Ключевые слова: радиоцезиевый метод, Плавское радиоактивное пятно, Тульская область, Luvic Chernozems