

Химия почв

М.Г. Опекунова, А.Ю. Опекунов, С.Ю. Кукушкин, С.А. Лисенков, А.Р. Никулина, И.Ю. Арестова, В.В. Сомов Металлы в почвах Южных Курильских островов // Почвоведение. 2024. № 10. С.1285-1303.
<https://doi.org/10.31857/S0032180X24100013>

M. G. Opekunova, A. Yu. Opekunov, S. Yu. Kukushkin, S. A. Lisenkov, A. R. Nikulina, I. Yu. Arestova, and V. V. Somov "Metals in Soils of the Southern Kuril Islands," Eurasian Soil Science, 57 (10), 1551-1566 (2024).
<https://doi.org/10.1134/S1064229324601410>

Изучен химический состав вулканических почв южных Курильских островов (Итуруп, Кунашир, Шикотан), испытывающих периодическое воздействие пеплопадов преимущественно основного состава при извержении вулканов. Определено валовое содержание металлов (K, Ca, Mg, Na, Ba, Cu, Co, Cd, Cr, Fe, Mo, Ni, Pb, Sc, Sr, V, Zn) и концентрации подвижных форм, извлекаемых ацетатно-аммонийным буфером при pH 4.8. Валовые концентрации Sc, V, Fe, Zn в 1.5–5 раз выше, а содержание Cr, Ni, Sr, Ba в 2–10 раз ниже кларков. Почвы характеризуются контрастным распределением pH 3.75–7.81, что предопределяет лабильность металлов. Максимальная активность радиальной и латеральной миграции отмечается при низких значениях кислотно-щелочного показателя, приводя к резкой дифференциации химического состава генетических горизонтов почв в различных катенарных позициях, коэффициенты радиальной и латеральной миграции при этом могут увеличиваться до 12 и 29 соответственно. Результаты факторного анализа показали ведущую роль почвообразующих пород в формировании химического состава почв (около 63% дисперсии выборки), в меньшей степени влияют процессы гумусообразования, трансформации минеральных и органических веществ в почвах, гидротермальная активность. Для почв, формирующихся на средних и основных породах кайнозойской вулканической толщи, характерна Ca–Mg–Na парагенетическая ассоциативность, липарит-дацитового комплекса – Ba–K–Pb–Mo, габброидного – Ni–Cr–Cu, псаммитового – V–Sc–Fe–Co. Парагенезис Mo–Pb типичен для участков современной гидротермальной активности. Показано влияние процессов образования россыпей на химический состав почв прибрежных районов островов Итуруп и Шикотан. Распределение подвижных форм связано с процессами хелатообразования, геохимическими барьерами кислотно-щелочного, сорбционного и окислительно-восстановительного типа. Выявлено локальное загрязнение почв, обусловленное, главным образом, работой автотранспорта. На территории пгт Крабовоздовское и Южно-Курильск отмечается увеличение концентрации Ba, Sr и K, связанное с деятельностью рыбокомбинатов, в г. Курильск – Cr, Ni, Cu, Co, Zn и Pb, источником которых является ремонтная база. Рассчитанный индекс вероятности токсичности почв (MERMQ), а также результаты биотестирования на *Daphnia magna* Straus. и *Chlorella vulgaris* Beijer показали низкую токсичность почв. Это объясняется небольшой плотностью населения и низкой степенью хозяйственного освоения островов.

Ключевые слова: геохимия почв, валовое содержание и подвижные формы металлов, ассоциативность, токсичность, слоисто-охристые почвы, Vitric Andosols

И. А. Дубровина, Е. В. Мошкина, А. В. Туюннен, Н. В. Геникова, А. Ю. Карпечко, М. В. Медведева Экосистемные запасы углерода при разных типах землепользования на железисто-метаморфических почвах южной Карелии // Почвоведение. 2024. № 10. С. 1304-1316.
<https://doi.org/10.31857/S0032180X24100026>

I. A. Dubrovina, E. V. Moshkina, A. V. Tuynunen, N. V. Genikova, A. Yu. Karpechko, and M. V. Medvedeva "Ecosystem Carbon Stock in Iron-Metamorphic Soils with Different Types of Land Use in South Karelia," Eurasian Soil Science, 57 (10), 1567-1578 (2024).
<https://doi.org/10.1134/S1064229324601550>

Исследовали железисто-метаморфические почвы нормального увлажнения в среднетаежной

подзоне Карелии. Изучили 100-летний сосняк в качестве контроля, пашню, сенокос, а также 15- и 75-летний сосняки естественного лесовозобновления на бывших сельскохозяйственных угодьях. Анализировали влияние разных типов землепользования на морфологическое строение почв и основные химические и микробиологические показатели верхних горизонтов. Изучили запасы органического углерода (Сорг) и углерода микробной биомассы (Смик) почв в метровом слое и структуру углеродных пулов участков. В почвах наблюдался равномерно-аккумулятивный тип распределения углерода и близкие значения соотношения C/N (16–18) на всех участках. Для почв характерно слабое естественное плодородие и низкие агрохимические показатели, которые значительно улучшаются при аграрном освоении. На пашне отмечено наибольшее содержание Сорг (4.9%) и Нобщ (0.3%) при низкой плотности сложения и нейтральном рН. В почве молодого леса зафиксировано наибольшее содержание Смик (419 мг С/кг), на участках пашни и сенокоса оно составляет 209–211 мг С/кг и минимально в почвах зрелых лесов (144–175 мг С/кг). На исследованных землепользованиях запасы Смик в слое почвы 0–100 см находятся в пределах 76.5–132.4 г С/м², в почвах лесов запасы Смик подстилки составляют 12.7–27.4 г С/м². Запасы Сорг почвы в метровом слое максимальны на пашне и составляют 272 т С/га, и уменьшаются в ряду сенокос – спелый лес от 98 до 39 т С/га. Общие экосистемные запасы углерода максимальны на пашне (275 т С/га), что превышает запасы в зрелых лесах – 206–221 т С/га. Запасы Сорг на сенокосе и в молодом лесу составляют 105–115 т С/га.

Ключевые слова: почвенные функции, органический углерод почвы, углерод микробной биомассы, железисто-метаморфические почвы

П. Ю. Галицкая С. Ю. Селивановская, К. О. Карамова, А. С. Гордеев, П. А. Курынцева, П. Горбаннежад Трансформация биочара из растительной биомассы в почве: оценка методом меченых изотопов // Почвоведение. 2024. № 10. С. 1317-1329. <https://doi.org/10.31857/S0032180X24100035>

P. Yu. Galitskaya, S. Yu. Selivanovskaya, K. O. Karamova, A. S. Gordeev, P. A. Kuryntseva, and P. Ghorbannezhad "Transformation of Biochar from Plant Biomass in Gray Forest Soil: Evaluation by Isotopic Labeling Method," Eurasian Soil Science, 57 (10), 1579-1589 (2024). <https://doi.org/10.1134/S1064229324601598>

Пиролиз рассматривается как один из перспективных методов переработки сельскохозяйственных отходов и получения удобрений. Эффективность получаемого биочара в качестве удобрения доказана, однако до настоящего времени остаются открытыми вопросы о преимущественных путях декомпозиции органических веществ в его составе – биотическом или абиотическом. В настоящей работе пути трансформации биочара, изготовленного из кукурузы – растения с C4-типом фотосинтеза (с повышенным содержанием ¹³C) – оценивали с применением твердофазного метода CP/MAS ¹³C ЯМР-спектроскопии. Биочар помещали в верхний слой почвенного монолита серой лесной почвы, в течение 90 сут имитировали режим осадков, характерный для средней полосы России. На полученных ЯМР-спектрах образцов почвы с биоуглем, пик в области 129 м.д., характерный для ароматических соединений, увеличивался со временем эксперимента в верхнем слое почвы, но не в других слоях. Это говорит о том, что частицы биочара не мигрируют вниз по почвенному профилю в течение одного сезона. При этом интенсивность кумулятивного микробного дыхания в присутствии биочара увеличивалась – с 85.0 г СО₂/кг в контрольном образце до 201.4 г СО₂/кг в образце с биоуглем (верхний слой почвы). Согласно ЯМР спектрам соли, образованной при минерализации выделившегося из почвы углекислого газа, в нем содержится меченый углерод: на спектрах имеется пик в районе 169 м.д., характерный для карбонатов. Кумулятивный объем выделившегося СО₂ из почвы с биочаром был в 1.9 раз больше, чем из контрольной. Добавление микроорганизмов-деструкторов привело к дополнительному увеличению объема СО₂ – в 2.4 раза относительно контроля, что свидетельствует о роли микроорганизмов в деструкции органического вещества почвы и биоугля. Однако, основываясь на стабильности содержания общего углерода в почве, можно

заклучить, что лишь незначительная доля компонентов биочара подвержена биотическому разложению.

Ключевые слова: углерод, инновационные удобрения, меченые изотопы, миграция частиц, респираторная активность

Д. Л. Пинский, П. А. Шарый Буферность почв по отношению к меди и статистическая оценка вкладов составляющих ее компонентов // Почвоведение. 2024. № 10. С. 1330-1342.

<https://doi.org/10.31857/S0032180X24100041>

D. L. Pinskiy, and P. A. Shary "Buffering Properties of Soils to Copper and Statistical Assessment of the Contributions of its Components," Eurasian Soil Science, 57 (10), - (2024).

<https://doi.org/10.1134/S1064229324601537>

Буферная способность почв по отношению к тяжелым металлам (ТМ) является ключевым фактором их иммобилизации в почвах. Она включает сумму основных компонентов и свойств почв, выраженных в баллах: Сорг, физическую глину (ФГ), подвижные (Fe + Al), CO₂ карбонатов, а также рНН₂O. Используя выборку из 40 экспериментальных точек, методами множественного регрессионного анализа получены уравнения, позволяющие выразить буферную способность почв по отношению к ТМ через состав и свойства почв со значимостью $P < 10^{-6}$. С учетом валового содержания Си и морфометрических характеристик ярового ячменя оценены значения предельно допустимых концентраций Си (ПДКСи) для этой культуры при различных значениях буферности почв. Установлено, что вклады состава и свойств почв в общую буферную способность по отношению к Си после статистической обработки результатов эксперимента, включая биологический фактор, уменьшаются в ряду: ФГ > (Fe + Al)подв > Сорг > CO₂карб > рНН₂O и отличаются от соответствующего распределения, полученного на основе эмпирических данных Ильина и Сысо [8] без статистической обработки. Разработанная методика оценки буферной способности почв по отношению к ТМ и расчета ПДКСи не требует дискретизации объектов по составу и свойствам на диапазоны, гарантирует положительные значения буферной способности в целом и позволяет в дальнейшем осознанно изменять набор показателей, формирующих буферность почв по отношению к ТМ. Методика позволяет улучшать качество расчетов ПДК без дополнительных усложнений системы и выполнения сложных экспериментальных исследований.

Ключевые слова: статистический анализ, загрязнение медью, морфометрические параметры, предельно допустимая концентрация

Физика почв

М. А. Смирнова, Д. Р. Бардашов, П. П. Филь, Н. И. Лозбенев, А. В. Доброхотов Сезонная многолетняя динамика влажности лугово-черноземных почв (Окско-Донская низменность) // Почвоведение. 2024. № 10. С. 1343-1360. <https://doi.org/10.31857/S0032180X24100059>

M. A. Smirnova, D. R. Bardashov, P. P. Fil, N. I. Lozbenev, and A. V. DobrokhotoV "Seasonal and Multi-Year Dynamics of Soil Moisture in Gleyic Chernozems (the Oka-Don Lowland)," Eurasian Soil Science, 57 (10), 1601-1615 (2024). <https://doi.org/10.1134/S1064229324601653>

Проанализирована сезонная динамика объемной влажности залежной и двух пахотных лугово-черноземных почв (Gleyic Chernozem (Siltic, (Aric), Pachic)) в слое 0–60 см, а также уровень залегания грунтовых вод в Токаревском районе Тамбовской области с осени 2022 по лето 2023 гг.; проведено сравнение с режимными наблюдениями за объемной влажностью и уровнем грунтовых вод этих почв за 1969–1971 гг. Залежная лугово-черноземная почва характеризуется большей влажностью, чем почвы пашни; для верхних горизонтов пахотных почв характерна большая частота периодов увлажнения–иссушения и их меньшая непрерывная продолжительность, что подтверждается как данными мониторинга, так и формой карбонатных

новообразований. Лугово-черноземные почвы в 2022–2023 гг. были достаточно сухими, несмотря на повышенное по сравнению с климатической нормой среднегодовое количество осадков. Влажность менее влажности завядания в слое 0–20 см пахотных почв устанавливалась с марта 2023 г., в залежной почве – с конца апреля 2023 г. Периоды с влажностью больше наименьшей влагоемкости в слое 0–60 см не были выявлены. Почвы были суше, чем в засушливый 1972 г., когда влажность менее влажности завядания в верхней части профиля наблюдалась в период с июня по сентябрь, во влажные 1969–1970 гг. она не опускалась ниже влажности завядания в слое 0–20 см за весь период наблюдения. Основной причиной такой разницы является изменение уровня залегания грунтовых вод: более 4 м основную часть 2022–2023 гг.; в 1969 г. воды не опускались глубже 2 м, 1971 – глубже 4 м. В результате подпитка почв влагой за счет капиллярного поднятия в 2022–2023 г. не происходила, и водный режим лугово-черноземных почв больше соответствовал водному режиму черноземов.

Ключевые слова: гидрология почв, лесостепь, динамика уровня грунтовых вод, изменение климата, Тамбовская область

М.О. Тархов, Г.В. Матышак, И.М. Рыжова, О.Ю. Гончарова, С.В. Чуванов, М.В.

Тимофеева Температурная чувствительность дыхания торфяных почв разных природных зон // Почвоведение. 2024. № 10. С. 1361-1373. <https://doi.org/10.31857/S0032180X24100064>

M. O. Tarkhov, G. V. Matyshak, I. M. Ryzhova, O. Yu. Goncharova, S. V. Chuvanov, and M. V. Timofeeva "Temperature Sensitivity of Peatland Soils Respiration Across Different Terrestrial Ecosystems," Eurasian Soil Science, 57 (10), 1616-1627 (2024). <https://doi.org/10.1134/S1064229324601379>

Проведена серия лабораторных экспериментов с использованием методов последовательного увеличения температур (ПУТ) и равных времен (РВ) с целью изучения температурной чувствительности дыхания торфяных почв разных природных зон: южной тундры, северной тайги и подзоны хвойно-широколиственных лесов. Коэффициент температурной чувствительности Q_{10} варьировал в широких пределах (1.3–4.8) и в случае применения метода РВ характеризовался ярко выраженной зональностью, снижаясь от северных широт к умеренным. В холодном интервале температур (5–15° С) Q_{10} возрастал от южной тундры (3.5) к северной тайге (4.8) и далее резко снижался для подзоны хвойно-широколиственных лесов (2.5). В теплом интервале (15–25° С) было отмечено плавное уменьшение Q_{10} в зональном ряду южная тундра (2.6) > северная тайга (1.6) > подзона хвойно-широколиственных лесов (1.3). Оценки, полученные методом ПУТ, напротив, показали слабую изменчивость Q_{10} . Результаты исследования демонстрируют большую температурную чувствительность дыхания почв северных широт по сравнению с таковой для умеренных. Полученные закономерности изменений величин Q_{10} могут быть использованы для улучшения региональных климатических моделей, учитывающих вклад торфяных почв в углеродный баланс и эмиссию CO₂ с почвенной поверхности.

Ключевые слова: торф, углеродный баланс, изменение климата, Q_{10} , CO₂

N. E. García-Calderón, E. Fuentes-Romero, E. Ikkonen, and V. Sidorova "CO₂ and CH₄ Fluxes in Wetland Ecosystems of the Mezquital Valley, Central Mexico," Eurasian Soil Science, 57 (10), 16281637 (2024).

<https://doi.org/10.1134/S106422932460129X>

We measured dark CO₂ fluxes and CH₄ emissions from two naturally vegetated ecosystems of the Mezquital Valley irrigated with wastewater from Mexico City. The ecosystems were characterized by high groundwater levels; the vegetation was represented mainly by saltgrass in the first plot and chairmaker's bulrush in the second. A dark chamber technique was used for the study from August 2008 to June 2009. For the two studied plots, mean values (mean ± SE) for dark ecosystem CO₂ fluxes (R_{tot}), soil CO₂ emission (R_{soil}), and heterotrophic respiration (R_{het}) were 26 ± 5, 14 ± 3 and 12 ± 3 mg C m⁻² h⁻¹, respectively, The annual cumulative fluxes R_{tot}, R_{soil} and R_{het} equal to 234, 127 and 103 g

C m⁻² y⁻¹, respectively. The contribution of R_{soil} to R_{tot}, and R_{het} to R_{soil} varied significantly over the study period, with no clear relationship to seasonal dynamics. The observed low CO₂ fluxes may be due to soil salinization resulting from wastewater flooding. The fluxes of CH₄ were observed in the flooded plot, with peaks up to 370 μg C m⁻² h⁻¹. The fluxes of CH₄ were significantly higher when plants were present in the measurement chamber than when there were no plants, confirming the important role of plant cover in CH₄ transport. Unlike CH₄ fluxes, CO₂ fluxes show seasonal dynamics, mainly due to their strong dependence on temperature. The observed results may be useful for properly estimating the global C budget and the contribution of saline soils to C fluxes.

Keywords: Ecosystem respiration, soil gas emission, heterotrophic respiration, static chambers, wastewater irrigation

Биология почв

Д. В. Карелин, А. Н. Золотухин, О. В. Рыжков, В. Н. Лунин, Д. Г. Замолодчиков, О. Э.

Суховеева Использование многолетних измерений дыхания почвы для расчетов нетто-баланса углерода в экосистемах Центрального Черноземья // Почвоведение. 2024. № 10. С.

1374-1386. <https://doi.org/10.31857/S0032180X24100073>

D. V. Karelin, A. N. Zolotukhin, O. V. Ryzhkov, V. N. Lunin, D. G. Zamolodchikov, and O. E. Sukhoveeva "Use of Long-Term Soil Respiration Measurements for Calculating the Net Carbon Balance in Ecosystems of the Central Chernozemic Region," Eurasian Soil Science, 57 (10), 1638-1650

(2024). <https://doi.org/10.1134/S1064229324601318>

Проанализированы многолетние 2017–2023 гг. наблюдения за эмиссией CO₂ из почвы в Центральном Черноземье, Курская область, которые проводили с помощью инфракрасных газоанализаторов методом закрытых камер. Полученные оценки дыхания почвы за год в антропогенных и природных экосистемах, формирующих современный лесостепной агроландшафт европейской части России, варьируют от 651 ± 88 (неудобряемый огород) и 895 ± 91 (многолетние пашни) до 1040 ± 55 г C(CO₂)/(м² год) в луговых степях и широколиственных лесах, а также 1549 ± 215 г C(CO₂)/(м² год) на 2–8-летней залежи. Доля микробного дыхания в местных почвах за вегетационный сезон составила 55.5% в широколиственных лесах, 72.4% в луговой степи и 77.6% на залежи. Рассчитанные по разнице между чистой первичной продукцией (по модели СВМ–CFS3 и данным таксации) и гетеротрофным дыханием (дыхание почвы и эмиссия CO₂ от крупного древесного дебриса) оценки экосистемного нетто-баланса трех участков широколиственного леса варьируют от +130 г C/(м² год), соответствующего поглощению углерода из атмосферы, до –112 г C/(м² год), соответствующего его источнику. В последнем случае нетто-источник связан с накоплением значительных запасов крупного древесного дебриса в результате гибели деревьев от ксилофагов. На пашнях аналогично рассчитанные по чистой первичной продукции и гетеротрофному дыханию показатели нетто-баланса углерода меняются от +186 до –144 г C/(м² год). При этом подавляющий вклад в межгодовые вариации гетеротрофного дыхания на различных полях вносит вид возделываемой в данное время культуры (87.9%). Сделан вывод о применимости рассматриваемого подхода при оценках нетто-баланса C, как в природных, так и в антропогенных экосистемах, однако наибольшую степень неопределенности вносят оценки доли микробного дыхания.

Ключевые слова: европейская территория России, эмиссия диоксида углерода, чистая первичная продукция, углеродный баланс, Naplic Chernozem

С.М. Разгулин, Л.В. Воронин Роль грибов и бактерий в минерализации соединений азота в почвоберезняка-кисличника подзоны южной тайги Европейской России // Почвоведение. 2024. № 10. С. 1387-1399. <https://doi.org/10.31857/S0032180X24100088>

S. M. Razgulin and L. V. Voronin "Role of Fungi and Bacteria in Mineralization of Nitrogen Compounds in the Soil of the Wood-Sorrel Birch Forest in the Southern Taiga Subzone of European Russia," Eurasian Soil Science,

57 (10), 1662-1673 (2024). <https://doi.org/10.1134/S1064229324601604>

На протяжении двух лет определяли вклад грибов (микромикетов и дрожжей) и бактерий в процесс нетто-аммонификации в дерново-палевоподзолистой почве под березняком-кисличником (Ярославская область) с использованием ингибиторного анализа. В микобиоте сапротрофных грибов преобладали представители родов *Penicillium* Link (46–99%) и *Trichoderma* Pers. (3–40%). Установлено, что температура и влажность почвы способны регулировать сезонные изменения общей численности грибов и дрожжей в почве березняка. Зависимости между сезонными изменениями содержания в почве органических углерода и азота и общей численностью грибов и дрожжей носили знакопеременный характер. Ингибиторный анализ показал близкий вклад грибов и бактерий в минерализацию соединений азота в почве березняка, с незначительным преобладанием грибов в первый год исследования и небольшим доминированием бактерий во второй. Азот микробной биомассы составлял от 0.8 до 3.9% общего азота почвы.

Ключевые слова: нетто-аммонификация, микобиота, сапротрофные грибы, селективные ингибиторы

Р. Х. Темботов Респираторная активность микробной биомассы в основных типах горных почв вдоль высотного градиента Центрального Кавказа // Почвоведение. 2024. № 10. С. 1400-1413. <https://doi.org/10.31857/S0032180X24100093>

R. Kh. Tembotov "Respiration Activity of Microbial Biomass in the Main Types of Mountainous Soils along the Altitude Gradient of the Central Caucasus," Eurasian Soil Science, 57 (10), 1662-1673(2024). <https://doi.org/10.1134/S1064229324601562>

Представлены результаты исследований, направленных на оценку изменчивости показателей респираторной активности почвенной микробиоты (скорость базального и субстрат индуцированного дыхания), а также содержания углерода органического вещества и микробной биомассы в почвах, сформировавшихся и функционирующих в естественных (малоповрежденных) биогеоценозах, вдоль высотного градиента от предгорных до высокогорных районов Центрального Кавказа (500–3500 м над ур. м., эльбрусский вариант поясности, Кабардино-Балкария). Показано, что при возрастании абсолютной высоты, от горных черноземов к горно-луговым субальпийским почвам, значения всех изученных параметров в поверхностных горизонтах (0–10 и 0–20 см, в зависимости от типа почв) значительно увеличиваются, а на максимальной высоте – в горно-луговых альпийских почвах существенно уменьшаются. Установлено, как меняются рассматриваемые параметры в почвах различных типов, расположенных в пределах одного высотного пояса. Выявлено, что сравниваемые пары типов почв статистически значимо различаются по большинству изученных показателей ($t > 2.5$; $p < 0.02$). Полученные данные свидетельствуют, что влияние высотного градиента в значительной степени преломляется дополнительными факторами. Для выявления степени влияния основных факторов, характеризующих рельеф (высота над ур. м., аспект, уклон) и климат (19 биоклиматических характеристик) на формирование изученных параметров, проведен мультирегрессионный анализ. Он показал, что средний совокупный вклад всех 22 факторов в варьирование изученных показателей составляет: в горных черноземах 40%, в горно-луговых черноземовидных почвах 66%, в горных лугово-степных субальпийских почвах 31%, в горно-луговых субальпийских 67%, в горно-луговых альпийских почвах 67%. Таким образом, как для почв, расположенных вдоль высотного градиента, так и функционирующих в пределах одного высотного пояса, влияние рассмотренных факторов может существенно отличаться, а рельеф и климат играют важную, но не единственную роль при формировании свойств горных почв Центрального Кавказа.

Ключевые слова: микробиологические характеристики почв, органический углерод, влияние факторов, рельеф, климат, Luvic Chernozems (Pachic), Mollic Leptosols (Eutric), Leptic Umbrisols

Fang Wang, Xiaoli Wang, Rong Zhao, Lihua Zhang, Suhua Li, Nan Zhang, and Haozhang Han "Differences in the Soil Prokaryotic Microbiome during Continuous and Single Cultivation of Three Varieties of Chinese Cabbage," Eurasian Soil Science, 57 (10), 1674-1687 (2024). <https://doi.org/10.1134/S1064229323603566>

Extended cultivation of Chinese cabbage in facility leads to significant continuous cropping challenges, which limits the healthy and sustainable development of the cabbage industry. This study employed metagenomic sequencing to examine soil microbial changes under continuous cropping, integrating soil chemical properties to investigate correlations between soil microbiota and soil quality. Results indicated that after continuous cropping of three varieties of Chinese cabbage, there were decreases in microbial Operational Taxonomic Units (OTUs) and the abundance and diversity of soil microbial communities. Pseudomonadota and Actinomycetota were the most dominant Phyla in the soil microbial community. The continuous cropping of three varieties of Chinese cabbage significantly increased the relative abundance of Pseudomonadota but decreased that of Actinomycetota and increased the relative abundance of Gemmatimonas, Enhygromyxa, Rhizobium, Steroidobacter, and Bacillus, decreased the relative abundance of Pseudomonas, Bradyrhizobium, Nocardioideae, and Solirubrobacter. The relative abundance of Nocardioideae demonstrated a significant negative correlation with pH , Cl^- , and available Fe, Cu, and Zn levels. Conversely, Pseudomonas abundance showed a significant positive correlation with soil pH but a negative correlation with pH , Cl^- , Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , and available Fe, Cu, and Zn levels. These findings suggested that the reduced abundance of Nocardioideae and Pseudomonas may contribute substantially to the continuous cropping challenges observed in the three vegetable crops studied.

Keywords: metagenome, prokaryotic microorganisms, continuous cropping, soil chemical properties

Агрохимия и плодородие почв

Jun Zhang and Fenghua Zhang "Cotton Grown in Rotation with Soybean Alters Soil Organic Matter over Time," Eurasian Soil Science, 57 (10), 1688-1697 (2024). <https://doi.org/10.1134/S1064229324600611>

Crop rotation could effectively alleviate continuous cropping problems, but how it affects soil organic carbon (SOC) components and chemical structures in case of different duration of continuous cropping (CC) remains unclear. In this study, we selected cotton fields that had been continuously planted for 5, 10, 15, and 20 years for separate soybean rotations (SR). The mechanism of SR to improve soil quality in different duration of CC was determined by SOC components and their chemical structure. The results showed that the content of soil available nutrients, SOC, microbial biomass carbon and soluble organic carbon in the SR treatments significantly increased compared with those in the CC treatment ($p < 0.05$), but particulate organic carbon content decreased by 24.89–81.10%. Compared with CC in different years, SR treatments significantly reduced soil humus content. SR in 5, 10 and 15 years of CC cotton fields significantly increased the content of sucrase and decreased that of polyphenol oxidase. Compared with CC fields in different years (5-y, 10-y, 15-y, 20-y), SR increased the relative peak intensity of polysaccharides and decreased the relative peak intensity of alcohols and phenols. Among them, the relative peak intensity of R5-y, R10-y and R20-y aliphatic compounds increased, while that of R5-y, R15-y and R20-y aromatic compounds decreased, and R10-y recalcitrant components (Aliphatic + Aromatic) increased.

Keywords: continuous cropping, crop rotation, particulate organic carbon, enzyme, aliphatic and aromatic compounds, FTIR

Mahdi Najafi-Ghiri, Hamid Reza Boostani, and Soheila Sadat Hashemi "Effect of Low Temperature Heating of Potassium-Depleted Soils on Secondary Potassium Release to Calcium Chloride and Wood Vinegar and Fixation," Eurasian Soil Science, 57 (10), 1698-1708 (2024). <https://doi.org/10.1134/S1064229324601082>

Potassium behavior in calcareous soils are very complex and are affected by several factors, such as the content of carbonates and soil heating. In the present research, the comparison of four calcareous soils with varying amounts of carbonates, different mineralogy, and texture (collected from Fars province, southern Iran) was compared to analyze the content of K species, K release by solutions of 0.01 M CaCl_2 and 1% wood vinegar, and K re-fixation. The study also investigated the impact of heating K-depleted soils to 100°C on the secondary release and re-fixation of K. The results showed that the studied soils contained 3–60% carbonates, 14–53% clay, and a relatively similar mineral composition: smectite, illite, chlorite, palygorskite (in dry areas), and vermiculite (in humid areas). Wood vinegar extracted more K from soils with less carbonates than CaCl_2 , while this difference was not significant for Fluvisols, which contains about 60% carbonates. Mollic Vertisols with low carbonate content (about

3%) and high levels of clay and smectite released less K in the initial phase. However, K release by this soil decreased less in the second phase, indicating the higher buffering capacity of Mollic Vertisols in providing soluble K. Heating the soil increased the secondary release of K, but decreased the amount of K re-fixation in soils treated with CaCl₂. Generally, Mollic Vertisols fixed more K than other soils. In addition, the type of extractant had no effect on the content of K fixation in the studied soils except Mollic Vertisols. However, wood vinegar reduced the K fixation content in Mollic Vertisols compared to CaCl₂. In general, it can be concluded that wood vinegar can provide more K to the plants without dissolving K-bearing minerals compared to CaCl₂. In addition, soil heating can influence the process of K release and fixation in K-depleted soils.

Keywords: mineral dissolution, Ca-K exchange, smectite, illite, vermiculite re-fixation of K

C. В. Лукин Экологическая оценка содержания тяжелых металлов и мышьяка в почвах и сельскохозяйственных растениях Центрального Черноземья // Почвоведение. 2024. № 10. С. 1414-1423. <https://doi.org/10.31857/S0032180X24100101>

S. V. Lukin "Ecological Assessment of Concentrations of Heavy Metals and Arsenic in Soils and Crops of the Central Chernozemic Region," Eurasian Soil Science, 57 (10), 1709-1717 (2024). <https://doi.org/10.1134/S106422932460146X>

Проведена экологическая оценка содержания Cr, Pb, Cd, Hg, As в пахотных почвах и сельскохозяйственных растениях Центрально-Черноземного экономического района России на примере Белгородской области. В ходе исследований установлено, что среднее содержание кислоторастворимых форм Cr, Pb, As, Cd, Hg в пахотных черноземах выщелоченных составляет 19.8, 10.0, 4.15, 0.22, 0.021, в черноземах типичных – 20.0, 10.3, 4.18, 0.23, 0.022, в черноземах обыкновенных – 20.9, 11.2, 5.48, 0.35, 0.023 мг/кг соответственно. Среднее содержание подвижных форм Pb, Cr и Cd в пахотных черноземах выщелоченных составляет 0.52, 0.14, 0.06, в черноземах типичных – 0.46, 0.13, 0.05, в черноземах обыкновенных – 0.55, 0.13, 0.04 мг/кг соответственно. Превышения установленных нормативов ОДК и ПДК этих элементов в исследуемых почвах не наблюдалось. Основным источником поступления ТМ в пахотные почвы Белгородской области являются органические удобрения. Среднее содержание Cr, Pb, As, Cd и Hg в навозе крупного рогатого скота (25% сухого вещества) составляет 0.90, 0.78, 0.277, 0.060 и 0.0084 мг/кг соответственно. Из исследуемых сельскохозяйственных культур в семенах подсолнечника зафиксировано наибольшее содержание Cd, Pb и Cr, а в зерне озимой пшеницы – Hg и As. В зерне сои установлено наименьшее содержание Pb, Hg и As, а в зерне кукурузы – Cr, Cd и As. В зерне озимой пшеницы, кукурузы, сои и семенах подсолнечника содержание Pb, Cd, Hg, As не превышало значений предельно допустимых концентраций, установленных для продукции, предназначенной на пищевые цели, а концентрация Cr не превышала максимально допустимого уровня, установленного для кормов.

Ключевые слова: мониторинг, чернозем, удобрения, кадмий, свинец, хром, ртуть, содержание подвижных форм элементов

S. Bhuyan, D. K. Patgiri, B. K. Medhi, B. Deka, G. G. Kandali, S. J. Medhi, S. Kalidas-Singh, A. Debnath, R. R. Zhiipao, T. Tsomu, S. R. Devegowda, and M. Sandillya "Prediction of Soil Quality Index (SQI) and Its Minimum Dataset Indicators for Rice-Based Cropping Systems in the North Bank Plain Zone of Assam," Eurasian Soil Science, 57 (10), 1718-1729 (2024). <https://doi.org/10.1134/S1064229324600854>

Prediction of soil quality index is one of the suitable options to determine the productivity of a cropping system. Rice based cropping systems are the most important cropping systems followed in the North Bank Plain region. The productivity of such system has declined continuously due to deterioration of soil quality. The current study was carried out in Cambisols soil to establish soil quality index based on

soil physical and chemical properties and identify quality indicators from the rice cropping system. A total of 180 georeferenced surface soil samples were collected from five rice based cropping systems. The principal components analysis and machine learning model were used to screen the minimum data set indicators for computing the soil quality index. The minimum data set indicators were found as cation exchange capacity, micro aggregate, organic carbon, total porosity and available phosphorus. The SQI for the district ranged from 0.48 to 0.87, with an average of 0.62. The SQI was more significantly positively correlated with the rice equivalent yield of rice potato-based cropping systems, followed by rice rabi vegetables. The spatial variability of the SQI was presented on the geographical information system (GIS) platform through inverse distance weighting (IDW) method of interpolation.

Keywords: geo-referenced, principal component analysis, machine learning, geographical information system

Anyou Xie, Qingwei Zhou, Li Fu, Lichuan Zhan, and Weihong Wu "From Lab to Field: Advancements and Applications of On-The-Go Soil Sensors for Real-Time Monitoring," *Eurasian Soil Science*, 57 (10), 1730-1745 (2024). <https://doi.org/10.1134/S1064229324601124>

On-the-go soil sensors have emerged as promising tools for real-time, high-resolution soil nutrient monitoring in precision agriculture. This review provides a comprehensive overview of the current state-of-the-art in on-the-go soil sensor technology, discussing the potential benefits, limitations, and applications of various sensor types, including optical sensors (Vis-NIR, MIR, ATR spectroscopy) and electrochemical sensors (ISEs, ISFETs). The integration of these sensors with positioning systems (GPS) enables the generation of detailed soil nutrient maps, which can guide site-specific management practices and optimize fertilizer application rates. However, factors such as soil moisture, texture, and heterogeneity can affect sensor performance, necessitating robust calibration models and standardized protocols. Future perspectives highlight the need for multi-sensor systems, incorporation into IoT networks for smart farming, and enhancing affordability and adoptability of on-the-go sensor technologies to promote widespread adoption in precision agriculture.

Keywords: precision nutrient management, site-specific management, sensor performance, calibration models, IoT networks

Деградация, восстановление и охрана почв

В.А. Чаплыгин, М.В. Бурачевская, Т.М. Минкина, С.С.Манджиева, Т. И. Сиромля, Н. П.Черникова, Т. С. Дудников Особенности накопления и распределения тяжелых металлов в почвах лекарственных растений импактной зоны Новочеркасской ГРЭС // *Почвоведение*. 2024. № 10.С. 1424-1438.

<https://doi.org/10.31857/S0032180X24100116>

V. A. Chaplygin, M. V. Burachevskaya, T. M. Minkina, S. S. Mandzhieva, T. I. Siromlya, N. P. Chernikova, and T. S. Dudnikova "Accumulation and Distribution of Heavy Metals in Soils and Medicinal Plants in the Impact Zone of Novocherkassk Power Station," *Eurasian Soil Science*, 57 (10), 1746-1758 (2024).

<https://doi.org/10.1134/S1064229324601501>

Одним из энергетических предприятий первого класса опасности, работающем преимущественно на угле, выбросы которого оказывают негативное воздействие на окружающую среду Ростовской области, является Новочеркасская ГРЭС. Целью исследования являлся анализ накопления Zn, Pb, Cu, Mn, Ni, Cr и Cd в почвах и различных видах лекарственных растений импактной зоны Новочеркасской ГРЭС. Показано превышение валового содержания Cr, Ni и Cd в почвах по сравнению с фоном и ориентировочно допустимой концентрации до 1.4 раза. При этом, установлено превышение предельно допустимой концентрации подвижных форм Cu в почвах до 4 раз, Zn, Pb, Ni и Cr – до 2 раз. Выявлено, что полынь горькая, цикорий обыкновенный и пижма обыкновенная аккумулируют тяжелые металлы преимущественно в надземной части, тысячелистник щетинистый – в корнях. Выявлено превышение максимально допустимого уровня содержания элементов у тысячелистника до 3.5 раз по Pb, до 5 раз по Cd и до 3 раз по Ni, у полыни по Pb до 5.5 раз и Ni до 2 раз, у цикория по Pb и Cd до 2 и 6 раз, у пижмы по Pb и Cd в 3 раза. Наиболее высокое содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве и их

аккумуляция в растениях наблюдается в пределах 3 км в северо-западном направлении от ГРЭС. На основе биогеохимических показателей дана оценка степени техногенной нагрузки на почвы и лекарственные растения импактной зоны.

Ключевые слова: чернозем, потенциально токсичные элементы, загрязнение, лекарственное растительное сырье, экологический мониторинг, биогеохимические показатели

Q. E. Guo, S. Y. Cao, L. L. Nan, B. Dong, Z. B. Zhan, and Z. Wang "Ecological Risk Assessment of Cu, Ni, Cd, Hg, Zn, Pb and As in Typical Farmland Gray-Brown Desert Soil in China," *Eurasian Soil Science*, 57 (10), 1759-1766 (2024). <https://doi.org/10.1134/S1064229324601306>

Heavy metal pollution in soils is a common environmental issue. However, previous studies have primarily investigated the total concentrations of heavy metals, while fraction analysis of heavy metals has rarely been conducted. To bridge this gap, 18 topsoil samples of gray-brown desert farmland soil from the Jinchuan District, Gansu Province, China, were collected to analyze the total concentrations and fractions of Cu, Ni, Cd, Hg, Zn, Pb, and As with the Tessier sequential extraction method that were mainly found in the residual fraction (Pb 50%, As 99%). Ni and Pb were associated with secondary bound to carbonate fractions in most soil samples, while Cd, Hg, and Zn were associated with secondary bound to organic matter fractions. Cu was associated with secondary water-soluble, exchangeable, bound to carbonates, bound to Fe-Mn oxides, and bound to organic matter fractions. The mean values of RAC were in the sequence of Cu > Zn > Cd > Pb > Ni > Hg > As. The results of RSP indicated that the ecological risk levels of Cd, Ni, Cu, Zn, As, and Hg in the soils were low, and Pb was the most significant potential risk factor among all elements. The findings can be used to practice sustainable soil management in the area.

Keywords: metals(loid) fractionation, risk assessment code, secondary and primary phase ratios