

Генезис и география почв

Хитров Н. Б., Герасимова М. И. Диагностические горизонты в классификации почв России: версия 2021 г. // Почвоведение. 2021. № 8. С. 899-910. <https://doi.org/10.31857/S0032180X21080098>

Обновление классификации почв России в качестве подготовки к созданию новой версии обусловлено накоплением новой информации, широкой апробацией системы в поле, ее обсуждением *off-line*, верификацией при картографических работах и привлечением международного опыта. Первый шаг – анализ диагностических горизонтов как базовых элементов системы заключался в оценке состава горизонтов, уточнении их содержания и улучшении формы представления, более современной и удобной. Одиннадцать горизонтов были переведены в более низкую категорию – диагностические признаки. Однако оказалось необходимым ввести горизонты техногенных почв в дополнение к агрогенным, особый черноземный горизонт и отделить мезотрофные торфяные горизонты от эутрофных и олиготрофных. В определениях горизонтов были одновременно усилены строгие формальные критерии идентификации и расширена географо-генетическая характеристика; общий объем одного определения увеличился в среднем втрое при сохранении в его составе объема собственно диагностического критерия. Для семи горизонтов были изменены названия или индексы. В итоге количество горизонтов уменьшилось с 51 в версии 2008 г. до 47 в предлагаемом обновленном варианте. В статье приведен предлагаемый общий список диагностических горизонтов и 3 примера новых описаний горизонтов.

Ключевые слова: диагностика почв, почвенные горизонты, диагностический критерий горизонта, свойства почв

R. Chauhan, S. Thakuri, and M. Koirala "Modeling Soil Organic Carbon Dynamics in Response to Climate Change in Mount Everest Region of Nepal," *Eurasian Soil Science*, 54 (8), - (2021). <https://doi.org/10.1134/S1064229321080056> **опубликована только в английской версии**

This study provides an estimate of soil organic carbon (SOC) stock, projects future SOC stocks under different climate change scenarios, and considers impacts on topsoil SOC in Mount Everest region using the Rothamsted carbon (RothC) model. According to our estimates, the average SOC stock in the region is 85.34 t C/ha. The SOC stock for different land use types ranges from 29.67 to 156.87 t C/ha following the order: agricultural land > forest > pasture. A significant decreasing trend has been found between the SOC content and altitude. Climate change scenario derived from HADGEM2-CC global climate model at 30 second resolution driven by Representative Concentration Pathway (RCP) 4.5 and RCP8.5 indicates that the temperature in the region will increase by 2.87 and 3.51°C by 2050, respectively. Precipitation is projected to increase by 4.46 and 2.70% for RCP 4.5 and RCP 8.5, respectively. With this change in climatic condition, the average SOC stock in the region is projected to decrease significantly (by 8.56% for RCP 4.5 and 5.13% for RCP 8.5) by 2050 thereby increasing the amount of CO₂ entering into the atmosphere by 50% on the average. Release of CO₂ from soil carbon pool into the atmosphere is likely to enhance the warming trend through the SOC-climate positive feedback, exacerbating effects of climate change.

Keywords: carbon sequestration, CO₂ emission, Nepal Himalaya, RothC

R. Jiménez-Ballesta, S. Bravo, J. A. Amorós, C. Pérez-de-los-Reyes, J. García-Pradas, M. Sánchez, and F. J. García-Navarro "Soil Genesis Suitability for Viticulture in Zones under Mediterranean Environment," *Eurasian Soil Science*, 54 (8), - (2021). <https://doi.org/10.1134/S106422932108007X> **опубликована только в английской версии**

The aim of this study was to analyze and classify the soils of the municipality of Alcubillas (La Mancha, Central Spain) and establish their suitability for vine cultivation. Alcubillas is a traditional location

dedicated to vineyards and the production of wine. The pedological fingerprint of this location is the iconic red Mediterranean soil, and a plausible process for the soil formation is discussed. Considering the nature of the soils and the extent and types of natural limitations, as defined by the eight classes of land capability established by the US Soil Conservation Service, the majority of the soils in Alcubillas are suitable for vineyards (i.e., classes 1, 2 and 3) while moderately suitable sites only occupy a small area. The marginally suitable land class is located around a single hill, which occupies only a few hectares of terrain. Given that soil is a major factor in terroir expression, the findings reported here highlight the importance of soil suitability in determining vine performance in vine-growing zones with a Mediterranean environment.

Keywords: vineyard soils, land capability, red Mediterranean soils, terroir, La Mancha

Химия почв

Шамрикова Е. В., Жангуров Е. В., Кубик О. С., Королев В. А. Состав водных вытяжек из растительного материала, почв на карбонатных породах и поверхностных вод в северной части Полярного Урала // Почвоведение. 2021. № 8. С. 911-926. <https://doi.org/10.31857/S0032180X21080153>

Проведен сравнительный анализ химического состава и свойств водорастворимых соединений почв на карбонатных породах, наземной фитомассы и вод территории северной части хребта Большой Пайпудынский (Полярный Урал). В водных вытяжках растительного материала отмечено преобладание ионов K^+ и Ca^{2+} (45–60 и 30–45%). При переходе от горизонтов О к минеральным горизонтам увеличивается роль Ca^{2+} . Однотипность состава поверхностных вод и водных вытяжек нижних горизонтов почв отражает черты, унаследованные от почв водосборной территории. Наиболее вариативны свойства группы гумусовых горизонтов: серогумусовых (АУ), перегнойно-темногумусовых (АН) и перегнойных (Н). Состав водных вытяжек фитомассы соответствует диапазонам: Сорг 8–106, Норг 0.4–5.8, легкорастворимых солей 1.5–32 г/кг. Содержание всех компонентов при переходе к горизонту О уменьшается на 1–1.5 порядка и далее 1–2 порядка к минеральным горизонтам. Водные объекты охарактеризованы как ультрапресные. Кислотно-основные характеристики вод при отсутствии органических соединений определяются гидрокарбонатами и карбонатами щелочных и щелочноземельных металлов.

Ключевые слова: формы углерода и азота, щелочность почв, катионно-анионный состав, карбонаты

Фарходов Ю. Р., Ярославцева Н. В., Холодов В. А. Методические аспекты определения жирных кислот в почве методом термохимического разложения // Почвоведение. 2021. № 8. С. 927-934. <https://doi.org/10.31857/S0032180X21080062>

Жирные кислоты являются информативной частью неспецифического почвенного органического вещества. Их состав и содержание отражают особенности многих почвенных процессов и структуру микробиома почвы. Одним из наиболее простых и быстрых широко используемых методов анализа жирных кислот является термохимическое разложение. Однако до сих пор остаются не раскрытыми многие методические вопросы данного анализа. Цель работы – оценка влияния различных условий термохимического разложения на содержание и состав жирных кислот типичного чернозема. Определены метиловые эфиры жирных кислот (МЭЖК) в зависимости от концентрации метилирующего агента гидроксида тетраметиламмония (ТМАГ), температуры пиролиза и времени инкубирования ТМАГ с почвой. Обнаружено, что при внесении избыточного количества дериватизирующего агента в условиях высокой температуры пиролиза уменьшаются выход МЭЖК и относительное содержание мононенасыщенных МЭЖК. Оптимальными

условиями для анализа содержания жирных кислот являются температуры 300–500°C с применением 15–40 мкмоль/гС ТМАГ. Показано, что время экспозиции ТМАГ с почвой перед анализом не влияет на результаты термохимического анализа.

Ключевые слова: пиролиз, тетраметиламмоний, липиды, чернозем

M. Bouteldja, I. Malek, K. Posta, G. Kampfl, S. Fóti, K. Pintér, Z. Nagy, and J. Balogh "Temporal Variability and Drivers of Nitrous Oxide Emissions from Central Hungarian Croplands: Field and Lab Experiments," *Eurasian Soil Science*, 54 (8), - (2021). <https://doi.org/10.1134/S1064229321080032> **опубликована только в английской версии**

There is a need for long-term data on N₂O emission in Central Europe to provide a thorough understanding of the variability of the emission processes as affected by different biotic and abiotic drivers. It could be helpful for national greenhouse gas inventories and also for revealing potential ways of mitigation. In order to describe temporal variability of soil N₂O emission under varying key conditions, a field experiment was carried out at a cropland site on loamy and clay loamy Chernozems in Central Hungary. Dynamics of N₂O emissions were observed bi-weekly during a two-year-long study (November 2017–November 2019) using a static closed chamber–gas chromatographic method. Additional variables, including soil water content, soil temperature, leaf area index, vegetation index and net ecosystem exchange of CO₂ were also measured. Besides, a laboratory pot experiment was conducted focusing on the role of soil water content, N fertilizer, and plant presence on soil N₂O emissions. Average field N₂O emissions during the study period varied between 0.27 and 29.94 μg N m⁻² h⁻¹ with the largest emission peaks measured following the freeze-thaw cycle during wintertime. Additional N₂O emission peaks were observed following applications of N fertilizer and at high soil water content. Significant positive correlations were found between field N₂O emission and both soil water content and vegetation index. In contrast, a negative relationship was found between N₂O emission and soil temperature. Similar pattern was observed in the pot experiment with a significant positive correlation between N₂O emissions and soil water content when neither soil nitrate content nor temperature were limiting for microbial denitrification. In addition, a significant correlation between N₂O emission and fertilizer rate was revealed at the soil water content higher than 30% both in bare and planted soil. However, variations in soil N₂O emission among the treatments were not significantly correlated with plant presence, but a partial positive effect was observed when the soil water content was higher than 30% and samples were treated with 150 kg ha⁻¹ N. Based on the measured N₂O emission from both field and lab experiments and its relationship with the different drivers, it can be concluded that soil N₂O emission was strongly influenced by soil water content and N fertilizer rates and plant presence could moderately modify these responses.

Keywords: nitrification, denitrification, N fertilizer, N₂O emission, soil water content, plant presence

Физика почв

Сапронов Д. В. Выделение CO₂ из образцов почв различных природных зон России при промерзании-оттаивании в лабораторных условиях // *Почвоведение*. 2021. Т. 66. № 8. С. 935-945. <https://doi.org/10.31857/S0032180X21080141>

Кратковременное промерзание поверхности почвы может происходить практически на всей территории России. Это явление стимулирует всплеск эмиссии почвенного CO₂. В связи с этим в лабораторных условиях изучали динамику выделения CO₂ из почв различных природных зон при периодически повторяющихся краткосрочных циклах промерзания–оттаивания. Исследовали образцы из верхних горизонтов следующих почв: криозема надмерзлотно-глееватого, глеезема криотурбированного, подбура

оподзоленного, криозема грубогумусированного, подзола типичного, серой лесной, чернозема типичного, дерново-карбонатной, чернозема южного, каштановой, солонца, луговой слитизированной, бурой полупустынной. Установлено, что динамика выделения CO₂ в течение циклов промерзания–оттаивания имела сходные черты для всех представленных почв. Достоверно зафиксировано выделение CO₂ из мерзлых образцов. Оттаивание почвы приводило к импульсному увеличению скорости эмиссии CO₂ независимо от типа почвы по сравнению с потоком углекислого газа до и после цикла промерзания–оттаивания. На широком ряде почв впервые показано, что значительный отклик эмиссии CO₂ на промерзание–оттаивание поверхности почвы может происходить в любой природной зоне. Величина отклика зависит от свойств почв в первую очередь от содержания в ней органического вещества. Влияние единичных циклов промерзания–оттаивания почвы на годовой поток CO₂ незначительно. Частые циклы промерзания–оттаивания могут оказывать существенное влияние на поток CO₂ как в рамках отдельных сезонов, так и за год.

Ключевые слова: дыхание почвы, эмиссия CO₂, заморозки (кратковременные заморозки), парниковые газы, баланс углерода

Биология почв

Каширская Н. Н., Демкина Т. С., Хомутова Т. Э., Ельцов М. В., Удальцов С. Н., Кузнецова Т. В., Идрисов И. А. Биологическая активность бурых полупустынных почв бугров Бэра // Почвоведение. 2021. № 8. С. 946-956. <https://doi.org/10.31857/S0032180X21080086>

В бурых полупустынных почвах бугров Бэра (Eutric Cambisols (Loamic, Protocalcic)) Астраханской области, сформированных в различных гидротермических условиях и характеризующихся разным гранулометрическим составом, по содержанию органического углерода, суммарной микробной биомассе, биомассе живых микробных клеток и индексу олиготрофности микробных сообществ оценена биологическая активность. Показано, что содержание органического углерода в почвах более засушливых территорий на южной и западной границах зоны распространения бугров Бэра в 1.5–2 раза меньше по сравнению с почвой на северной границе зоны их распространения. Наибольший индекс олиготрофности микробного сообщества, указывающий на высокую долю микроорганизмов, максимально приспособленных к засушливым условиям, отмечен в почвенном профиле южного ключевого участка. Изменчивость суммарной и живой микробной биомассы была преимущественно связана с гранулометрическим составом бурых полупустынных почв, особенно в верхнем горизонте, где их величины в глинистой почве были в 1.5–2 раза больше, чем в песчаной. Сравнение с современными каштановыми почвами (Haplic Kastanozems, Cambisols, Calcisols) и солонцами (Solonetz) выявило наименьшие показатели суммарной и живой микробной биомассы в бурых полупустынных почвах бугров Бэра. Показано сходство этих почв с каштановидными палеопочвами суббореального ксеротерма рубежа III–II тыс. до н. э. по суммарной микробной биомассе, тогда как биомасса живых микробных клеток в каштановидных палеопочвах в 6–9 раз превышала содержание в современных бурых полупустынных и варьировала на уровне современных светло-каштановых почв и солонцов.

Ключевые слова: микробная биомасса, биомасса живых микробных клеток

Агрохимия и плодородие почв

Shiwei Zhou, Wenjun Liang, Tingting Zeng, Xiao Liu, Ling Meng, and Xiaoli Bi "Ca Saturation Determines Crop Growth in Acidic Ultisols Derived from Different Parent Materials," *Eurasian Soil Science*, 54 (8), - (2021). <https://doi.org/10.1134/S1064229321080020> **опубликована только в английской версии**

Soil acidity has become a major yield-limiting factor, but it is unclear which acidity indicator is the best to use for estimating crop yield changes. In this study, four pH-adjusted Ultisols derived from different parent materials were used for Chinese cabbage and wheat pot experiments. Structural equation modeling (SEM), Gompertz and linear-plateau models were used to examine main contribution of soil acidity indices and to determine their critical values. The results showed that Ca saturation had the strongest direct effect on crop biomass and thus acted as the most important factor. The critical values of Ca saturation varied slightly with crops and soils, where it was 84.6, 93.5, 95.2 and 82.9% for Ultisols derived from plate shale, Quaternary red clay, red sandstone and granite, respectively. The critical values of exchangeable Ca and Al, and Al saturation and exchangeable Al : Ca ratio (or Ca : Al ratio) were also determined as 8.21 and 0.44 cmolc kg⁻¹, 6.37%, and 0.069 (or 14.5), respectively. In summary, our findings evidenced that critical Ca saturation has the potential to evaluate the implementation of quality improvement of acidic soils for good crop production.

Keywords: exchangeable Ca : Al ratio, Chinese cabbage, wheat, pot experiments, soil acidity

Деградация, восстановление и охрана почв

M. Masoudi, M. Elhaesahar, and A. Cerdà "Risk Assessment of Land Degradation (RALDE) in Khuzestan Province, Iran," *Eurasian Soil Science*, 54 (8), - (2021). <https://doi.org/10.1134/S1064229321080135>

Land degradation lower land productivity, livelihood development and economic growth. Monitoring spatial and temporal changes in land degradation is a key contribution to understand their nature and causes, and to properly develop restoration and rehabilitation programs. The Khuzestan Province, Iran, was selected as study area to design, develop and test a new model. The Risk Assessment of Land Degradation (RALDE) model consider various indicators of land degradation based on a biophysical and socioeconomic approach. To determine the risk of land degradation, RALDE will identify areas that are more vulnerable and will improve the land planning. Data gathered from different governmental offices of Khuzestan Province and MODIS satellite data were used for this purpose. Maps of land degradation were produced after overlying the covers related to the biophysical and socioeconomic factors by means of a Geographical Information System. The Khuzestan Province was classified into subclasses with different probability of risk. In this method, the risk probability was evaluated according to trend and potential of degradation. Results showed that the range of degradation risk probability was between 7 to 88%. The areas under different subclasses of severe to very severe risk covered about 68% of the study area, showing higher threat of land degradation. The RALDE model contributes to a better understand land degradation processes and risk in different regions of the world.

Keywords: desertification, indicator, hazard, risk probability, GIS, RALDE

А.Д. Кудрявцева, Е.Я. Мир-Кадырова, Г.А. Калининич, Е.С. Бродский Характер загрязнения диоксинами почвы вблизи мест захоронения твердых бытовых отходов // *Почвоведение*. 2021. № 8. С. 957-968. <https://doi.org/10.31857/S0032180X21080128>

Изучены величина и характер диоксинового загрязнения почв в районе Новой Москвы для характеристики возможных источников загрязнения на расстоянии от 300 до 1000 м от бывших полигонов твердых бытовых отходов "Саларьево", "Щербинка", "Сосенки", "Малинки". Методами главных компонент и положительной матричной факторизации выделены вероятные источники загрязнения. По общему уровню загрязнения почвы вблизи полигонов твердых

бытовых отходов практически не отличаются от городских почв тех же округов. Профиль конгенеров диоксинового загрязнения изученных почв соответствует комбинации нескольких источников загрязнения: атмосферного осаждения, различных термических процессов, разлива технических жидкостей, содержащих полихлорированные бифенилы. В городских почвах отмечается существенный вклад автотранспорта. Для почв вблизи полигонов характерно большее разнообразие профилей конгенеров и, следовательно, источников загрязнения. Ключевые слова: полигоны ТБО, источники загрязнения, метод главных компонент, метод положительной матричной факторизации

Копчик Г. Н., Копчик С. В., Смирнова И. Е., Синичкина М. А. Влияние деградации и ремедиации почв техногенных пустошей на поглощение элементов питания и тяжелых металлов растениями в Кольской Субарктике // Почвоведение. 2021. № 8. С. 969-982. <https://doi.org/10.31857/S0032180X21080104>

Для оценки состояния растений и их реакции на изменение свойств почв исследован элементный состав листьев широко распространенных и толерантных к загрязнению видов: березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.) и ивы козьей (*Salix caprea* L.) – вблизи предприятий цветной металлургии на Кольском полуострове. Проанализировано содержание элементов питания и тяжелых металлов в листьях подроста на техногенных пустошах и участках ремедиации, различающихся технологиями ее проведения. Согласно результатам листовой диагностики, в условиях пустошей оба вида испытывают дефицит P, K, Ca и особенно Mn и Zn. В листьях обоих видов накапливаются Ni, Cu, Co, As, Cr, Fe, Al, Pb, V и S. Листья ивы содержат больше Cd, Co, Cr, Ni, Cu, Al, Fe, As, S, Ca, K и меньше Mn, чем листья березы. Ремедиация методом хемофитостабилизации мало влияет, а перекрытие загрязненных почв сконструированным плодородным слоем приводит к обогащению листьев березы и ивы Ca, K и P. В условиях продолжающихся атмосферных выбросов и постепенного накопления биодоступных тяжелых металлов в почвах после проведенной ремедиации аккумуляция металлов в листьях в значительной степени определяется удаленностью от источника загрязнения, отражая возможность как корневого, так и листового поглощения. Содержание Ni и Cu в листьях в 2018 г. не уменьшилось по сравнению с 2011 г. Пониженные, хотя и варьирующие коэффициенты концентрации тяжелых металлов в листьях подроста по отношению к почвам и слабая связь содержания металлов в этих средах предполагают способность *B. pubescens* и *S. caprea* к регулированию своего химического состава даже в экстремальных условиях техногенных пустошей. Поддержка защитных возможностей растений путем оптимизации минерального питания и кислотности почв в сочетании с сокращением атмосферного загрязнения является необходимым условием эффективной ремедиации техногенных территорий Крайнего Севера.

Ключевые слова: атмосферное загрязнение, береза, ива, листовая диагностика, никель, медь, Albic Podzol, подзол, Entic Podzol, абразем альфегумусовый

Булышева А. М., Хохлова О. С., Бакунович Н. О., Русаков А. В. Изменение свойств почв залежного ряда Курской области и тренды восстановления постагрогенных почв лесостепной и степной зон // Почвоведение. 2021. № 8. С. 983-998. <https://doi.org/10.31857/S0032180X21080049>

Рассматривается изменение морфологических свойств черноземов

миграционно-мицелярных на макро-, мезо- и микроуровнях их строения при нахождении в залежи. Обнаружено, что трансформация морфологических свойств наиболее выражена в пахотных постагрогенных и аккумулятивно-карбонатных горизонтах залежных почв. В пахотных горизонтах при самовосстановлении почв происходит улучшение структуры, изменение окраски в более темную. Исчезают трещины, образованные при распашке почвы за счет сезонного иссушения и деградации структуры. За срок от 25 до 50 лет нахождения в залежи исчезают журавчики, которые формируются в пахотных почвах в глубоких горизонтах за счет просачивания и застаивания влаги по трещинам в периоды отсутствия растений. При этом могут формироваться переходные формы в виде белоглазки с твердым ядром. При всасывании корнями растений почвенного раствора происходит окарбоначивание ходов корней посредством отложения на окружающем корень гумусосодержащем материале волокнистого кальцита. Карбонатные налеты, состоящие из волокнистого кальцита, в почвах пашни и молодых залежей выражены четко, расположены по трещинам; в почвах старых залежей, как и в целинном черноземе, налеты располагаются по граням структурных отдельностей, они тонкие, фрагментарные. Обобщены результаты исследования почв залежных рядов в Белгородской, Ростовской, Липецкой и Курской областях. Выделены основные черты трансформации карбонатного состояния почв при нахождении почв в залежи: исчезновение твердых карбонатных новообразований в нижних горизонтах почв, снижение линии вскипания от HCl, уменьшение содержания и запасов углерода карбонатов. Отмечены разнонаправленные изменения содержания и запасов гумуса в залежных почвах: в серых они уменьшаются, в черноземах и темно-серых – увеличиваются.

Ключевые слова: залежь, пашня, чернозем, самовосстановление, педогенные карбонаты, карбонатное состояние почв

Н. Е. Кошелева, Н. Ю. Кузьминская, Е. В. Терская Распределение тяжелых металлов и металлоидов в почвенных катенах г. Серпухова // Почвоведение. 2021. № 8. С. 999-1016.

<https://doi.org/10.31857/S0032180X21080116>

Изучены особенности латерального и радиального распределения валового содержания и подвижных форм (в вытяжке ацетатно-аммонийного буфера с pH 4.8) тяжелых металлов и металлоидов (ТММ) в двух гетеролитных почвенно-геохимических катенах г. Серпухова (Московская область), заложенных в промышленной и парково-рекреационной функциональных зонах. Для валового содержания V, Co, Ni, As, Mo, Sb, W, Fe характерен срединно-аккумулятивный тип латеральной дифференциации с максимальными коэффициентами накопления L 2–2.4 относительно автономной позиции. ТММ аккумулируются на хемосорбционном, биогеохимическом и щелочном латеральных геохимических барьерах. Латеральная дифференциация подвижных форм ТММ (L 0.1–7.4) в катенах более контрастна, чем валового содержания ТММ (L 0.2–2.4). Наибольшее влияние на содержание подвижных форм ТММ оказывает смена окислительно-восстановительных условий, поэтому максимальное накопление подвижных форм Mn, Zn, Cu и Cr в парково-рекреационной катене и Fe и Mn в промышленной катене приурочено к супераквальным ландшафтам. Основными типами внутрипрофильного распределения валового содержания ТММ для парково-рекреационной катены являются: равномерное (V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Sr, Mo, Sb, W) и регрессивное, с

максимумом в нижнем горизонте (Bi, Pb, As, Ba). Для промышленной катены характерно поверхностно-аккумулятивное распределение валового содержания Cu, Zn, Cd, Sn, Pb, Sb и Bi. С ростом антропогенной нагрузки контрастность латерального и внутрипрофильного распределения ТММ усиливается в 1.3–2.2 раза.

Ключевые слова: элементарные геохимические ландшафты, подвижные формы тяжелых металлов, аккумуляция, геохимические барьеры, городские почвы