

Генезис и география почв

Кухарчик Т.И., Какарека С.В. Гигиняк Ю.Г. Почвы полуострова Брокнес, Холмы Ларсеманн, Восточная Антарктида: геохимические свойства, факторы формирования // Почвоведение. 2022. № 12. С. 1473-1488. <https://doi.org/10.31857/S0032180X22100513>

Приведены результаты исследования слаборазвитых мерзлотных почв (Cryosols) в восточной части п-ова Брокнес, Холмы Ларсеманн, Восточная Антарктида. Полевые исследования выполнены на четырех ключевых участках, характеризующих влажные и сухие местоположения в пределах двух долин, повышенный сухой участок с визуальными признаками засоления и участок с моховой экосистемой, в январе–феврале 2020 г. по программе 12-й Белорусской антарктической экспедиции. Обсуждаются данные по гранулометрическому и химическому составу почв, кислотности, содержанию органического углерода, общего азота, подвижных элементов питания, обменных оснований и водорастворимых соединений. Показана вариабельность основных показателей почв ключевых участков. Соотношение Si_2O_3/R_2O_3 варьирует от 2.9 (для склонов долин) до 5.2 (для засоленного участка). Наибольшее содержание Сорг (2.62%), Нобщ (0.42%) и P_2O_5 (117.8 мг/кг) характерно для почв моховой экосистемы, а также переувлажненных местообитаний влажных долин: 1.84, 0.20% и 108.2 мг/кг соответственно. На засоленном участке выявлено повышенное содержание K_2O (217.3 мг/кг) и высокая доля обменного натрия (до 37–44%). Охарактеризован различный вклад почвообразующих факторов с доминированием литогенного (участок I), биогенного (участок II), геоморфологического (склоны долин на участке III), гидрологического и биогенного (днища долин на участках III и IV). Полученные данные о химических свойствах почв могут быть использованы как основа последующих оценок их функционирования в зависимости от климатических изменений и антропогенных нагрузок, а также дополнения базы данных о почвах Антарктиды.

Ключевые слова: Cryosols, почвообразующие факторы, элементы питания, обменные основания

Ting Wu, Qihang Wu, Qianlai Zhuang, Yifan Li, Yuan Yao, Liming Zhang, Shihe Xing "Optimal Sample Size for SOC Content Prediction for Mapping Using the Random Forest in Cropland in Northern Jiangsu, China," *Eurasian Soil Science*, 55 (12), 1689-1699 (2022). <https://doi.org/10.1134/S1064229322600816>

A soil organic carbon (SOC) map of high accuracy is the basis for taking mitigation measures against crises of food security and global climate change. Predicting SOC based on a limited number of soil samples can reduce the cost and time for laboratory analysis. This study aimed to assess the influence of sample size on the prediction of SOC and to identify the optimal sample size of SOC prediction for cropland in northern Jiangsu, China. A total of 1182 soil samples were randomly split into calibration and validation sets. Ten calibration subsets of samples between 108 and 1064 were selected by using a parent material-based stratified random resampling strategy. The random forest algorithm was used to develop 10 calibration models validated based on the same validation sample set. These 10 models were evaluated through the explained variance (EV) and the root mean square error (RMSE). The results showed that the calibration model based on 960 soil samples had the best performance in SOC prediction. Significantly biased predictions were produced by the calibration models based on more or less than 960 soil samples due to underrepresentation or overrepresentation. Relief and climate were demonstrated to be the predominant factors influencing SOC prediction in this study area. These results may provide theoretical support for studies relevant to SOC mapping.

Keywords: organic matter, random forest, stratified random resampling, variable importance, Cambisols

Химия почв

Голубцов В.А., Вантеева Ю.В., Воропай Н.Н., Василенко О.В. Черкашина А.А, Зазовская Э.П. Состав

стабильных изотопов ($\delta^{13}\text{C}$) как показатель динамики органического углерода в почвах западного побережья озера Байкал // Почвоведение. 2022. № 12. С. 1489-1504.
<https://doi.org/10.31857/S0032180X22600597>

Оценка основных факторов, определяющих динамику углерода в почвах, является актуальной проблемой в контексте современных климатических изменений. Один из подходов к оценке этой динамики – анализ состава стабильных изотопов углерода ($\delta^{13}\text{C}$). Исследования проведены в ландшафтах юго-восточного макросклона Приморского хребта и его предгорий, характеризующихся контрастными физико-географическими условиями. Проанализированы климатические параметры, внутрипочвенные и пространственные вариации состава стабильных изотопов углерода, а также физико-химические свойства почв, определяющие его динамику. Наибольшими значениями $\delta^{13}\text{C}$ (-24.72 и $-23.97\dots-24.75\%$) характеризуются гумусовые горизонты почв, формирующихся в условиях гольцовых и степных ландшафтов, наименьшими ($-25.61\dots-27.18\%$) – почвы горной тайги. На основе расчета линейной зависимости значений $\delta^{13}\text{C}$ от содержания общего углерода в почве, изменяющихся с глубиной, определена интенсивность оборота углерода через наклон линейной регрессии. Выявлено, что в контрастных условиях гольцовых и степных ландшафтов климат (дефицит тепла и влаги) оказывает значительное влияние на интенсивность трансформации органического вещества, перекрывая действие внутрипочвенных факторов. В более благоприятных климатических условиях горно-таежных ландшафтов динамика органического вещества в почвах контролируется преимущественно внутрипочвенными факторами.

Ключевые слова: круговорот углерода, Приморский хребет, Приольхонское плато

Jialin Gu, Guoyuan Zou, Shiming Su, Shunjiang Li, Wei Liu, Huiwei Zhao, Liyuan Liu, Liang Jin, Yei Tian, Xinyuan Zhang, Yuning Wang, Tongke Zhao, Lianfeng Du, and Dan Wei "Effects of pH on Available Cadmium in Calcareous Soils and Culture Substrates," *Eurasian Soil Science*, 55 (12), 1702-1707 (2022).
<https://doi.org/10.1134/S1064229322601391>

The effect of pH on available Cd in calcareous soils and culture substrate was studied by adding exogenous Cd and artificially adjusting the pH to create different pH conditions. It is expected to provide reference for the control of Cd pollution by adjusting pH. The cadmium chloride was added to the calcareous soil and culture substrate to make the total cadmium content 1.0 mg kg^{-1} . The pH of soil and substrate was adjusted, and then the available cadmium content in soil and cultivation substrate was detected under different pH conditions. The content of available Cd in calcareous soil decreased with increasing pH in the range of pH 3.40 to 8.97, showing a significant negative correlation. At a pH range of 3.03 to 4.37, the available Cd content in the culture substrate increased significantly with increasing pH, while the available Cd content in the culture substrate at a pH range of 4.37 to 9.47 was not significantly different.

Keyword: heavy metal, greenhouse culture, organic substrate

Физика почв

М. Л. Бурдуковский, Я. О. Тимофеева, В. И. Голов, И. В. Киселева, Р. В. Тимошинов Динамика реакции почвенной среды, структурно-агрегатного состояния и запасов углерода подбелов темногумусовых в ходе постагрогенного развития // Почвоведение. 2022. № 12. С. 1505-1513.
<https://doi.org/10.31857/S0032180X22600664>

Представлены результаты изучения агротемногумусовых подбелов (Luvic Albic Mollic Planosols (Epiloamic, Endoclayic, Aric)) в течение их постагрогенного развития в Приморском крае. Исследованы изменения структурно-агрегатных характеристик почвы, реакции почвенной среды, содержания и запасов углерода. Установлено, что после вывода почвы из сельскохозяйственного оборота ее структурно-агрегатные характеристики восстанавливаются. В бывшем пахотном горизонте залежей наблюдается увеличение доли агрономически ценных агрегатов, их средневзвешенный диаметр

уменьшается. По мере постагрогенного восстановления растительности происходит подкисление почв. В 20-летней залежи, при появлении древесных пород, наблюдалось некоторое увеличение уровня кислотности. Содержание углерода и его запасов в почвах имеет устойчивую тенденцию к увеличению в течение всего исследованного периода постагрогенеза. Запасы углерода в слое (0–25 см) увеличиваются после прекращения распашки, достигая максимального значения к 85 годам. Запасы углерода в толще 0–50 см залежей 20- и 85-летнего возраста статистически значимо не различались. Плотность пахотного слоя на пашне составляла 0.88 г/см³. В залежных вариантах плотность верхнего горизонта почвы варьировала в пределах 0.67–0.79 г/см³.

Ключевые слова: залежи, постагрогенные почвы, структура почвы, Mollic Planosols

Qi Liu, Lijun Su, Chonglei Zhang, Bingli Hu, and Siyou Xiao "Responses of Infiltration Potential and Soil-Erosion Processes to Rainfall Patterns in Two Types of Slopes over the Eastern Region of the Tibetan Plateau," *Eurasian Soil Science*, 55 (12), 1716-1728 (2022). <https://doi.org/10.1134/S1064229322100672>

Vegetation and rainfall pattern are two important factors affecting the infiltration-runoff processes in slopes. Rainfall events in the eastern margin of the Tibetan Plateau, monitored from June 2019 to October 2020, were classified into four patterns using the self-organizing mapping method. To determine the relationship between infiltration potential, runoff generation, soil erosion, and rainfall parameters, the four rainfall patterns were simulated on the bare and vegetated slopes, and soil moisture content, surface runoff, subsurface flow, and sediment yield were measured. The results showed that rainfall characteristics and meteorological parameters significantly affected soil moisture supply. Rainfall intensity and soil moisture content mainly affected the initial infiltration rate, soil properties and root characteristics determined the stable infiltration rate. Vegetation could accelerate the rate and amplitude of soil moisture absorption and dehumidification. Soil erosion intensity and rainfall duration were found to follow a power function ($R^2 > 0.84$) in the bare slope and an exponential function ($R^2 > 0.64$) in the vegetated slope. Vegetation could significantly mitigate soil erosion by altering the hydrodynamic parameters of overland flow, and the mitigating effect was found to be more pronounced for light rainfall events. Moreover, the existence of an optimal initial moisture content for minimizing soil erodibility could be ascertained. These results provide insight into the dynamic responses of infiltration potential and erosion process in bare and vegetated slopes to different rainfall patterns and could guide the prevention of slope instability and soil erosion in response to complex climate change in the next two decades.

Keywords: self-organizing mapping, rainfall pattern, infiltration characteristic, soil erosion, hydrodynamic parameters, infiltration-runoff processes

Han Guo, Haoxuan Feng, Xuguang Xing "Plastic Content and Size Together Produce the Dual Effects on Water Loss and Surface Fissure for Silt Loam," *Eurasian Soil Science*, 55 (12), 1741-1748 (2022). <https://doi.org/10.1134/S1064229322601536>

Evaporation is a common process in farmland under natural conditions, whereas, surface cracking associated with evaporation is always overlooked. Plastic contamination is becoming a hot issue of global concern; therefore, a clear understand of how plastics affect water evaporation and soil cracking is necessary. However, the previous research in this area was not completed. Silt loam was mixed with two concentrations (0.1 and 0.5%, w/w) of plastic residual films each with three sizes (10, 5, and 2 mm) and undergone the natural evaporation experiments, during which the water loss and surface fissure parameters were obtained. Results showed that the presence of plastics had dual influences (i.e., promoting and inhibiting effects) on water evaporation and desiccation cracking, which were determined by the content and the size of plastics. In the case of 0.1% plastic added, the plastics less than 10 mm in size promoted evaporation, which increased with the increasing plastic size by creating channels for water movement. In the case of 0.5% plastic added, the large plastic with 10 mm inhibited

evaporation instead due to the formed waterproof layer in the soil. Water evaporation and desiccation cracking changed synchronously and affected each other. The crack area has an extreme significant effect on water evaporation and soil water, but crack length did not. The variation of total crack area for both 0.1 and 0.5% plastic added treatments was the same as that of water evaporation. Further studies should focus on other soil types to confirm the dual influences found.

Keywords: desiccation cracking, evaporation, plastic contamination, soil water

A. Azadi and J. Baninemeh "Performance Analysis of Geostatistical Approach and PCA Techniques for Mapping Cation Exchange Capacity in the South West of Iran," *Eurasian Soil Science*, 55 (12), 1749-1760 (2022). <https://doi.org/10.1134/S1064229322601494>

The mapping of cation exchange capacity (CEC) was assessed using the geostatistical technique based on principal component analysis (PCA) in the Khuzestan province, southwestern Iran, for the proper management of agricultural lands. To this end, 210 topsoil samples were obtained from the area at the depth of 0–30 cm by systematic sampling in regular networks with dimensions of 350 × 350 m. Soil attributes were fully analyzed using both classical and geostatistical methods, and the prediction map of soil CEC was created by ordinary kriging (OK) and cokriging (CK) methods. The findings revealed that soil properties dominating the first principal component (PC1) explained the high correlation observed between soil properties such as CEC ($r^2 = 0.89$). Still, a weak or no correlation between other components and CEC was obtained in the correlation matrix. According to the PCA results, the PC1 was used as an auxiliary variable to estimate the soil CEC in the CK method. The precision of the prepared maps was determined by the cross-validation analysis using NRMSE, MAE, and R². Based on the cross-validation result of the predicted dataset, the NRMSE and MAE for OK were 0.25, 2.9, and 0.34 cmol(+) kg⁻¹, and 0.18 and 2.1 cmol(+) kg⁻¹ for CK, respectively. The cross-validation R² for the prediction dataset was 0.31 for OK and 0.84 for CK methods at the 0.01 level, respectively. The result also revealed that the CK interpolation method with PC1 could effectively predict soil CEC variation. Furthermore, the combination of the CK method and PC1 derived from soil attributes was reasonably able to predict soil CEC. Principal components, which have a good correlation with the dependent variables, the best potential for CK predictions, and the application of CK interpolation method with PC1 can reduce the time and cost for CEC mapping.

Keywords: CEC, cokriging, ordinary kriging, principal component analysis

Biplab Ghosh, Aparimita Priyadarshini Naik, and Sreeja Pekkat "Rectangular Hyperbola Method for the Estimation of Soil Near Surface Hydraulic Conductivity Based on Short Term Infiltration Measurements," *Eurasian Soil Science*, 55 (12), 1761-1769 (2022). <https://doi.org/10.1134/S1064229322601202>

Disc infiltrometer can be used to characterize near saturated, soil near surface hydraulic conductivity, which is mandatory for hydrological modelling of runoff, irrigation management and artificial recharge. The hydraulic conductivity determination from the disc infiltrometer measurements requires soilspecific water retention characteristic parameters. This study proposed an alternate procedure for determining near surface near saturated soil hydraulic conductivity (K) and saturated hydraulic conductivity (K_s) for 14 soils comprising 4 different soil textures in the field. The study demonstrated the usefulness of rectangular hyperbola method (RHM) for predicting long-term final infiltration rate (if) from 50 min short-term mini disc infiltrometer (MDI) measurements. The estimated if was utilized for determining K directly. For this purpose, a multiplication factor R was proposed for four USDA surface soil textures. In addition, an empirical relationship was proposed for determining K_s from if estimated by RHM. The advantage of the proposed empirical procedure is that if, K and K_s can be determined from 50 min short-term MDI measurements without the knowledge of soil specific water retention parameters. The proposed methodology can be used to determine K and K_s of other soil textures, vegetated and organic soils. Keywords: disc infiltrometer, infiltration rate, empirical procedure, multiplication factor, soil texture

Биология почв

А.В. Якушев, Н.В. Величко, Д.Г. Фёдоров-Давыдов, Н.С. Мергелов, А.В. Лупачев, Д.Е. Рабочая, А.Ф. Белосохов, В.С. Соина Организация микробных сообществ в почвах: эксперимент со стеклами обрастания в экстремальных наземных ландшафтах Антарктики // Почвоведение. 2022. № 12. С. 1514-1529. <https://doi.org/10.31857/S0032180X2260069X>

Микробные комплексы органо-аккумулятивных горизонтов почв Антарктики (Cryosols, Leptosols) в оазисах Ларсеманн, Ширмахера и на о. Кинг-Джордж изучали методом стекол обрастания. Метод позволяет изучить таксономический состав микроорганизмов, особенности их морфологии, межорганизменные взаимодействия и пространственную организацию комплекса микроорганизмов, а также смоделировать процессы колонизации минеральных поверхностей. Микробные комплексы можно разделить по типу доминирующих микроорганизмов на 4 группы: 1 – разнообразные микробные комплексы о. Кинг-Джордж, отличающиеся большей долей диатомовых среди водорослей и преобладанием грибного мицелия в структуре грибной биомассы; 2 – комплексы лишайниковомоховых, моховых и водорослево-моховых ассоциаций озерных котловин с большей долей эукариотических и коккоидных сине-зеленых водорослей, микромицеты представлены мицелием и спорами; 3 – комплексы моховых и водорослево-моховых ассоциаций, днищ влажных долин с большей долей нитчатых цианобактерий, грибы или отсутствуют, или представлены короткими цепочками хламидоспор; 4 – гиполитные микробные сообщества на скальных “ванн” сухих каменистых пустошей, в которых на стеклах не развилось микробное обрастание. Микробный комплекс разных образцов, отобранных в феврале–марте разных лет, находился на различных этапах развития. Не во всех водорослевых и моховых ассоциациях микроскопический мицелий грибов был обилен, в некоторых образцах его практически не было. В ряде местообитаний доминировали не цианобактерии, а эукариотические водоросли: диатомовые, зеленые и стрептофитовые. Совокупность признаков комплекса указывает на экстремальность местообитания: в конкретном образце доминирует один морфотип меланизированного грибного мицелия; нет разнообразия форм спор, что косвенно свидетельствует о низком таксономическом разнообразии грибов; распространены множественное хламидоспорообразование и микроцикл развития; среди цианобактерий часто встречается бурая и красноватая окраска, формирование биопленок на стеклах ограничивается микроколониями, в то время как водорослевые биопленки обильно покрывают почвенные частицы исследованных горизонтов. Видимо, протяженные биопленки формируются за сроки, превышающее время экспозиции стекол. Гиполитные сообщества на скальных “ванн” за несколько лет экспозиции не колонизировали новые местообитания (стекла), в оазисах в днищах влажных долин и озерных котловин стекла обросли за год, на о. Кинг-Джордж – за 10 дней.

Ключевые слова: антарктические почвы, гиполитные горизонты, биопленки, микромицеты, водоросли

L. Gao, J.M. Gao, R. Wang, X. H. Ren, J. Fan, and G. M. Shen "Effect of Altitude on the Release of Metabolites in the Tobacco Rhizosphere Soil," *Eurasian Soil Science*, 55 (12), 1744-1752 (2022).
<https://doi.org/10.1134/S106422932260097X>

Tobacco rhizosphere soils (area of Tujia and Miao Autonomous Prefecture of Hubei Province, China) of high (>1300 m), middle (800–1300 m), and low altitudes (<800 m) were collected to clarify the differences in metabolites in tobacco rhizosphere soil at different altitudes. Liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS/MS) was used to analyze the non-targeted metabolomics of tobacco rhizosphere soil metabolites. A total of 11 different metabolic substances were detected from the collected tobacco rhizosphere soil samples. Most differential metabolites were detected in tobacco

rhizosphere soils at low and high altitudes. The levels of L-valine, pipercolic acid, and acetylcholine metabolites in tobacco rhizosphere soil at high altitudes were significantly increased. The levels of 1-aminocyclopropane carboxylic acid, L-proline, pyroglutamic acid, and naringenin metabolites in tobacco rhizosphere soil at low altitudes were significantly increased. At all altitudes, the differential metabolites in tobacco rhizosphere soil were significantly enriched in 10 synthetic pathways, wherein biosynthesis of secondary metabolites and amino acid biosynthesis were the main metabolic pathways. In conclusion, there are some significantly different metabolites in tobacco rhizosphere soil at different altitudes, which are mainly related to the biosynthesis of secondary metabolites and amino acids biosynthesis. The effects of these differential metabolites on tobacco growth and quality at different altitudes are worthy of further study.

Keywords: L-valine, pipercolic acid, acetylcholine chloride, low-altitude and high-altitude soils, Luvisols

M. N. Ashraf, M. A. Waqas, and S. Rahman "Microbial Metabolic Quotient is a Dynamic Indicator of Soil Health: Trends, Implications and Perspectives (Review)," Eurasian Soil Science, 55 (12), 1752-1761 (2022). <https://doi.org/10.1134/S1064229322700119>

There is growing concern about the negative impact of massive fertilizer use on soil health, threatening the environmental quality and sustainability of global agricultural production. Microbial metabolic quotient (qCO_2) is an important soil health indicator, used to measure microbial C use efficiency (CUE). Soil carbon sequestration can be enhanced by increasing soil microbial biomass and CUE, ultimately improving soil health. However, the effects of long-term fertilization of agricultural soils on qCO_2 variability remain unclear. This review provides a deep insight into the concepts and factors that influence qCO_2 stability. Soil qCO_2 depends on nutrient availability, and long-term fertilization increases microbial CUE in terms of decreased qCO_2 values. Therefore, it is necessary to identify several theoretical advances and practical implications of qCO_2 for microbial control of soil carbon cycling. In addition, qCO_2 can be used as a tool for ecosystem monitoring and assessment in remediation programs due to its low-cost measurement.

Keywords: microbial carbon use efficiency, microbial metabolic quotient (qCO_2), soil health, soil quality, carbon sequestration, long-term fertilization

Агрохимия и плодородие почв

И. В. Горепекин, Г. Н. Федотов, С. А. Шоба Аллелотоксичность почв (обзор) // Почвоведение. 2022. № 12. С. 1530-1556. <https://doi.org/10.31857/S0032180X22600809>

Рассмотрены основные понятия, характеризующие накопление в почве аллелотоксичных соединений, обоснована необходимость изучения аллелотоксичности почв и способов уменьшения ее негативного влияния на растения. Показано, что основными источниками формирования почвенной аллелотоксичности выступают выделения растений, микроорганизмов, а также вещества, образующиеся при разложении растительных остатков. Рассмотрены различные классы веществ, являющихся аллелотоксинами, приведены предполагаемые механизмы трансформации аллелотоксинов в почве, показаны возможности и ограничения существующих подходов к оценке почвенной аллелотоксичности. Сделан вывод о том, что в связи с трудностью получения информации о наличии аллелотоксинов методами химического анализа основными способами изучения этого явления должны служить методы биотестирования. На основе анализа литературных данных предложены пути снижения негативного влияния аллелотоксичности почв на растения, которые могут быть основаны на снижении концентрации аллелотоксинов (или их активности) в почвах или на границе семя-почва за счет закрепления аллелотоксинов на вносимых сорбентах или активизации потребления аллелотоксинов микроорганизмами.

Ключевые слова: источники аллелотоксинов, состав аллелотоксинов, устойчивость аллелотоксинов в

почвах, определение аллелотоксичности почв, снижение аллелотоксичности почв

Ф. Н. Лисецкий, Е. Я. Зеленская Ампелопедологические особенности географических районов виноградарства Крыма // Почвоведение. 2022. № 12. С. 1540-1539.
<https://doi.org/10.31857/S0032180X22600688>

Большое ландшафтное разнообразие территории Крымского п-ова, которое формируется за счет 20 агроклиматических районов и 17 генетических групп почв, способствует формированию местных терруаров для виноградарства, что может обеспечить создание широкого спектра продукции виноделия с органолептической индивидуальностью. Цель исследования состояла в сравнительном анализе физико-химических и биогеохимических особенностей региональных почв в трех исторических и пяти современных географических районах виноградарства. Для комплексного исследования почв под виноградниками использован почвенно-генетический и биогеохимический подход, что позволило установить для районов виноградарства уникальные комбинации почвенных параметров, которые в комплексе с местными экологическими условиями формируют ключевые компоненты для применения концепции терруара на региональном уровне. При попарном сопоставлении валового состава постагrogenных почв из трех районов античного виноградарства (Северо-Западный, Юго-Западный и предгорный Крым) установлено, что наибольшие различия между ними отмечаются по содержанию таких макроэлементов в оксидной форме, как CaO, SiO₂, Al₂O₃, MgO, MnO, K₂O, Na₂O, а также микроэлементов (Sr, Rb, As). Сравнение почв под виноградниками показало, что ведущая роль географического фактора установлена как при их классификации по агрофизическим показателям, так и при сравнении содержания 18 химических элементов. Благоприятным биогеохимическим потенциалом обладают почвы Юго-Западного и предгорного Крыма, для которых установлено превышение в 1.5–2 раза по сравнению с другими районами содержания ряда эссенциальных элементов (Ca, P, K). При сравнительном анализе геохимических особенностей почв пяти основных районов виноградарства диагностическими элементами на Южном берегу Крыма выступают Sr, Co и Ba. На почвах под современными виноградниками выявлено повышенное содержание Cu, Cr, Ni, Pb, V. При увеличении площадей крымских виноградников возрастает значение ампелопедологического подхода для диагностики агропроизводственных групп почв, способных обеспечить получение винодельческой продукции яркой индивидуальности и формирование системы внутрирегиональных терруаров. Ключевые слова: *Naptic Chernozems, Cambisols*, терруар, биогеохимия почв, физико-химические свойства почв

Мелиорация почв

О.Е. Клименко, А.П. Евтушенко, Н.И. Клименко Изменение солевого состава почв при орошении солончатыми водами в степном Крыму // Почвоведение. 2022. № 12. С. 1557-1570.
<https://doi.org/10.31857/S0032180X22100471>

Оценено влияние солончатых артезианских вод, используемых для орошения садов в Присивашье Крыма капельным способом, на солевой состав и состав обменных катионов двух почв, находящихся на разном расстоянии от оз. Сиваш. Наблюдения динамики минерализации и солевого состава оросительных вод на протяжении 3 лет (2019–2021 гг.) показывают, что воды являются нейтральными, слабо(средне)солончатыми с минерализацией 1.5–3.4 г/л сульфатно-хлоридного натриевого кальциевого состава. Минерализация вод увеличивалась во времени и по мере приближения к оз. Сиваш. В водах наблюдается высокое содержание хлоридов (15–25 ммоль(экв)/л), сульфатов (6–31 ммоль(экв)/л) и Ca²⁺ (14–26 ммоль(экв)/л). Локальное увлажнение почв способствовало локальному слабому сульфатно-хлоридному и

хлоридному магниевому-натриевому засолению, токсичному для плодовых культур. Изменение суммы солей в почве имело пульсирующий режим: показатель увеличивался осенью после поливного сезона и уменьшался весной за счет вымывания солей пресными атмосферными осадками в глубину профиля и в стороны от ряда. Слабосоленоватые воды с минерализацией 1.5–2.7 г/л и SAR 2–4 вызывали осолонцевание агрозома сегрегационного до 6–8% обменного Na⁺ от суммы катионов, максимально по линии ряда. Воды с минерализацией более 3 г/л и SAR 3–7 способствовали увеличению содержания обменного Na⁺ до 9–10% от суммы катионов в агрозоме квазиглееватом слабосоленоватом. В условиях прогрессирующего засоления поливных вод и почв необходимо продолжать мониторинг солевого состава и обменных процессов в орошаемых почвах.

Ключевые слова: солончатые артезианские воды, капельное орошение садов, засоление почв, осолонцевание, пульсирующий солевой режим, Присивашье Крыма, Naplic Kastanozem, Luvic Kastanozem

Rumeng Tian, Hongguang Liu, Ping Gong, Pengfei Li, and Tangang Wang "Numerical Simulation of Water and Salt Movement in Grape Soil under Compound Drip Irrigation," *Eurasian Soil Science*, 55 (12), 1842-1856 (2022). <https://doi.org/10.1134/S1064229322700120>

Эрозия почв

V. Dede, İ. Demirağ Turan, O. Dengiz, S. Serin, and S. Pacci "Effects of Periglacial Landforms on Soil Erosion Sensitivity Factors and Predicted by Artificial Intelligence Approach in Mount Cin, NE Turkey," *Eurasian Soil Science*, 55 (12), 1857-1870 (2022). <https://doi.org/10.1134/S106422932260138X>

In this study, the differences in soil properties formed on various periglacial landforms located on slope land and high elevation so, this case create main problem against to soil erosion. The main aims of the study are to determine the physico-chemical properties and some soil erosion sensitivity parameters of the soils formed on the different periglacial landforms of Mount Cin and to predict those soil erosion sensitivity factor using artificial neural network (ANN). It was detected three different periglacial landforms on the Mount Cin. Stony earth circles spread over Cin Hill which is on the summit plain of Mount Cin, while nonsorted steps are located on the northern slopes of Cin Hill and Topkaya Hill. In addition, mud circle landforms spread to the south of Karaçakrak Hill. 25 soil samples were taken from the periglacial landforms in the study area. Afterwards, the physico-chemical properties of the samples were analysed in the laboratory. According to soil analysis from various periglacial landforms, the dominant soil texture is sandy loam: clay ranges from 5.61 to 16.79%, and sand from 48.61 to 76.72%. Also, the average soil erosion sensitivity factors, namely structure stability index (SSI), dispersion rate (DR), and crust formation (CF), were calculated at 29.65, 28.36, and 40.72%, respectively. Moreover, ANN is a model that can operate directly like the human brain. ANN uses the data of the current problem to make predictions. According to regression results of soil erosion sensitivity factors using ANN, the highest prediction rate was obtained for SSI (78%) and the lowest for DR (57%).

Keywords: periglacial processes, artificial neural network, soil erosion, lesser Caucasus

Деграция, восстановление и охрана почв

Л. А. Безбердая, Н. С. Касимов, О. В. Черницова, А. Н. Ткаченко, М. Ю. Лычагин Тяжелые металлы и металлоиды в почвах, дорожной пыли и их фракции PM10 в Севастополе: уровни, источники и опасность загрязнения // *Почвоведение*. 2022. № 12. С. 1571-1592. <https://doi.org/10.31857/S0032180X22600913>

Впервые в крупном промышленно-рекреационном г. Севастополь установлены уровни накопления,

пространственное распределение и источники тяжелых металлов и металлоидов (ТММ) в городских почвах, дорожной пыли и их частицах PM10 (диаметром <10 мкм) в различных функциональных зонах и на разных типах дорог. Анализ содержания ТММ проводили методами ICP-MS и ICP-AES. Основными загрязнителями городских почв и дорожной пыли являются Pb, Zn, Sb, Cd, Sn, Cu, Mo. Полученные результаты показали неравномерное пространственное распределение отдельных ТММ в пределах города из-за влияния терригенных и антропогенных факторов. В частицах PM10 почв и пыли концентрации практически всех ТММ заметно больше общих содержаний, доля Zn, Bi, Cs составляет более 65% от общего содержания, а As, Pb, Sb, Cd, W, V, Ni, Co – около 50%. Наибольшую опасность представляют частицы PM10, формирующие большее количество аномалий с экстремальным уровнем загрязнения ТММ в промышленных зонах и внутридворовых проездах селитебных зон.

Ключевые слова: частицы PM10, загрязнение городских почв, гранулометрические фракции, обогащение, Urbic Technosols

М. Г. Опекунова, А. Ю. Опекунов, В. В. Сомов, С. Ю. Кукушкин, И.Ю. Арестова, С.А. Лисенков, А.Р. Никулина Природные и антропогенные факторы формирования химического состава почв о. Шикотан (Курильские острова) // Почвоведение. 2022. № 12. С. 1592-1609.
<https://doi.org/10.31857/S0032180X22100343>

Изучен химический состав почв *Narlic Andosols* о. Шикотан (Малая Курильская гряда), сформировавшихся на вулканогенных породах разного состава и возраста. На основе масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой с полным кислотным разложением проб установлено фоновое содержание металлов (Ba, Mn, Zn, Cu, Ni, Co, Pb, Cd, Cr, Fe, V, Sc, K, Sr, Na, Ca, Mo) в почвах. Показано, что валовое содержание химических элементов отличается значительной контрастностью и зависит от состава почвообразующих пород, зонально-азональной ландшафтно-геохимической дифференциации, влияния океанических воздушных масс и состава растительных сообществ. Почвам свойственен высокий естественный уровень содержания фемафильных элементов Sc, V, Fe, Cu, Zn, превышающий кларки. Концентрация K, Cr, Ni, Sr и Ba меньше кларка, содержание Ca, Mo, Cd и Pb сопоставимо с кларковыми значениями. Ведущим фактором, определяющим миграцию и аккумуляцию химических элементов в почве, являются кислотно-щелочные условия, которые регулируются соотношением почвообразующих пород основного и среднего составов. В условиях гумидного климата и расчлененного рельефа механизмом латеральной миграции выступает не только солевой, но и механический сток металлов, приводящий к дифференциации в катене литофильных и сидерофильных элементов. Cr, Co, Ni закрепляются в гумусовых горизонтах подчиненных ландшафтов, Cd и Pb тяготеют к поверхностным горизонтам автономных фаций. При статистической обработке данных использованы корреляционный и кластерный анализы, метод главных компонент факторного анализа (Statistica 12.0). На основе статистического анализа получены и обоснованы результаты, свидетельствующие о локальном химическом загрязнении почв в пределах с. Крабозаводское и на отдельных участках острова, затронутых познавательным туризмом. Основным источником загрязнения служит автомобильный транспорт.

Ключевые слова: региональный геохимический фон, латеральная миграция, антропогенное загрязнение

Д. К. Гарбарук, А. В. Углянец, С. В. Шумак Запасы лесных подстилок и содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в черноольховых лесах зоны отчуждения Чернобыльской атомной электростанции // Почвоведение. 2022. № 12. С. 1610-1620. <https://doi.org/10.31857/S0032180X22100318>

В белорусском секторе зоны отчуждения Чернобыльской АЭС черноольховые леса произрастают на торфянистых оглеенных почвах низинного типа. В черноольшаниках снытевых, крапивных,

папоротниковых и осоковых морфолого-генетические показатели лесных подстилок по типам леса варьируют в пределах 26–86%. Мощность лесных подстилок изменяется в среднем от 3.3 до 3.9 см и в целом по формации составляет 3.7 ± 0.1 см, запасы – 2.4–2.8 (2.7 ± 0.1 кг/м²), плотность сложения – 0.06–0.08 (0.07 ± 0.001 г/см³). Вероятно, незначимые различия средних показателей этих характеристик между типами леса – следствие засушливых явлений в период 1989–2020 гг., которые обеспечили выравнивание условий увлажнения почв и интенсивности разложения подстилок. Мозаичность выпадения радионуклидов обусловила широкое варьирование поверхностного загрязнения почв ¹³⁷Cs (174–5617 кБк/м²) и ⁹⁰Sr (17–348 кБк/м²). В черноольшаниках снытевом, папоротниковом и осоковом средние значения плотности загрязнения почвы ¹³⁷Cs близки (1004–1314 кБк/м²), ⁹⁰Sr – на порядок ниже (106–142 кБк/м²). В лесной подстилке этих типов леса средние величины удельной активности ¹³⁷Cs не имеют существенных различий между собой (24.1–29.9 кБк/кг), а удельная активность ⁹⁰Sr по мере увеличения почвенного увлажнения снижается от 4.8 до 2.7 кБк/кг. Запасы ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в лесных подстилках широко изменяются по типам леса (18.4–85.6 и 3.4–13.5 кБк/м²) и коррелируют с запасами лесной подстилки и поверхностным загрязнением почв. В подстилке всех черноольшаников зоны отчуждения содержится 10.6×10^{12} Бк ¹³⁷Cs и 1.4×10^{12} Бк ⁹⁰Sr.

Ключевые слова: плотность сложения, радионуклиды, мозаичность выпадения, удельная активность

H. O. Shen, W. Hu, D. L. Wang, J. L. Wu, and Z. Y. Huang "A Field Quantification of Soil Erosion Processes at Chinese Black Soil Hillslopes under Successive Overland Flow Scour Events in Summer and Spring Seasons," *Eurasian Soil Science*, 55 (12), 1846-1855 (2022). <https://doi.org/10.1134/S1064229322601445>

Soil erosion threatens soil resources, agricultural productivity, and environmental quality. However, soil erosion characteristics under successive overland flow scour events in typical seasons are still unclear. Five successive overland flow scour events with an interval of 24 h (1 L min⁻¹ m⁻² overland flow rate lasted 60 min for each event) on natural runoff plots (20 m long and 5 m wide with 5° and 10° slopes) in summer and the following spring were conducted to reveal effects of the number of overland flow scour events, typical seasons and slope gradients on runoff and soil loss processes, total runoff, runoff ratios, total soil losses, and soil loss ratios. The results showed that forming stable drainage network needed four or even two overland flow scour events at the black soil (Phaeozems by WRB) hillslopes. The runoff rates versus run time rapidly increased, then stabilized at 35–65 L m⁻² h⁻¹. The first two overland flow scour events obviously controlled soil erosion processes. Total runoff firstly increased and then stabilized with an increase in the number of overland flow scour event, and the values in spring were 1.35 times at 5° and 1.45 times at 10° greater than those in summer. As the number of overland flow scour event increased, total soil losses firstly increased and then decreased in summer, but gradually decreased in spring. The total soil losses significantly increased 2.80 times at 5° and 2.53 times at 10° from summer to the following spring. Furthermore, runoff ratios were 1.00–1.70 and soil loss ratios were 0.11–2.43, which illustrated that more attention should be paid to the impacts of successive overland flow scour events or rainfall events but not just one event on soil erosion.

Additionally, typical summer and spring seasons had greater effects on both runoff and soil losses than those for other factors influencing soil erosion in this study. Thus, seasonal soil erosion control and the 2–4 overland flow scour events were noteworthy at the black soil hillslopes.

Keywords: runoff, soil loss, slope gradient, overflow tank, natural runoff plot

A. Ataei, J. Baharlouei, and M. Ataabadi "Removal of Lead (Pb) Using Microbial Biosurfactant from a Contaminated Soil," *Eurasian Soil Science*, 55 (12), 1856-1864 (2022). <https://doi.org/10.1134/S1064229322601408>

Using efficient and environmentally friendly techniques for the remediation of heavy metals contaminated soils

plays a vital role in sustainable agriculture and public health. This study was conducted to assess the efficacy of biosurfactant-producing bacteria to remove Pb from a contaminated soil in the Agriculture Faculty of Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran, in 2019–2020 as a completely randomized design with three replications. The studied treatments were bacterial strain, biosurfactant, and control. Three native strains of bacteria (*Bacillus pumilus*, *Alcanivorax dieselolei*, *Marinobacter hydrocarbonoclasticus*) were used in this study. Considering the minimum inhibitory concentration (MIC) of Pb, *Marinobacter hydrocarbonoclasticus* was selected as the superior strain with respect to resistance to Pb. In order to evaluate the production capacity of biosurfactants in the superior strain, 4 tests (emulsification measurement, oil spreading, drop collapsing, and hemolytic activity) were used, which obviously approved the ability of this strain for biosurfactant production. Furthermore, the results of Pb detoxification by the treatments showed that the biosurfactant treatment had the greatest effect on the Pb removal from the soil compared to other treatments (27.37%), also there was no significant difference between the strain (i.e., *Marinobacter hydrocarbonoclasticus*) and control treatment. In general, it is concluded that using the abilities of soil bacteria and their metabolites, particularly in contaminated soils, will help researchers and stakeholders to improve soil and crop health and consequently public health, with low cost and high efficiency.

Keywords: soil contamination, toxic metals, biosurfactant, soil bacteria

Mengwei Li, Haidong Zhou, Xin Li, Lidan Pang, Ziming Zhao, and Zhiyong Liu "Remediation of Contaminated Soil with Compound Heavy Metals Using an Array-Electrode Electrokinetics Coupled with Permeable Reactive Barrier System with Different Electrolytes," *Eurasian Soil Science*, 55 (12), 1939-1953 (2022). <https://doi.org/10.1134/S1064229322601469>

Remediation of the real soil contaminated with compound heavy metals including copper (Cu), lead (Pb), and cadmium (Cd) was investigated using previously developed electrokinetics applying array electrodes (AEEK) coupled with a permeable reactive barrier (AEEK-PRB), focusing on the influence of electrolytes. Effects of mono-electrolytes, potassium chloride (KCl), citric acid (CA), ascorbic acid, and ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA), and their different composites on the AEEK-PRB remediation of the compound heavy metals contaminated soil was explored and compared using fly ash as the PRB material, and a voltage gradient of 2 V/cm. EDTA was the most effective mono-electrolyte with the removal of Cu, Pb and Cd up to 31.52, 46.74, and 40.56%, respectively, at 0.1 mol/L. Among the composite electrolytes, the combination of 0.1 mol/L CA and 0.01 mol/L EDTA could achieve the best removal of Cu, Pb and Cd reaching 43.40, 72.66 and 43.85%, respectively. During the remediation, exchangeable fraction (F1) and carbonate fraction (F2) of Cu was decreased in the sampling points with higher removal, and F1 of Pb and Cd decreased while their residual fraction (F5) increased. The non-uniform electric field of AEEK-PRB indicated the data of the removal represented their lower limits, and the results obtained were robust. EDTA 0.1 mol/L as monoelectrolyte and the composite electrolyte of 0.1 mol/L CA and 0.01 mol/L EDTA were preferable to be highly promising for the AEEK-PRB remediation of real soil contaminated with the compound heavy metals.

Keywords: voltage gradient, fly ash, heavy metal species, cadmium, lead