DOI:10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-321-322

ВЛИЯНИЕ АРИДИЗАЦИИ КЛИМАТА НА БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ

INFLUENCE OF CLIMATE ARIDIZATION ON BIOGEOCHEMICAL PROPERTIES OF STEPPE LANDSCAPES

Калинин П.И., Кудреватых И.Ю., Митенко Г.В.
Kalinin P.I., Kudrevatyh I.YU., Mitenko G.V.

e-mail: kalinin331@rambler.ru
Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, Россия
Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science, Russian Academy of Sciences, Pushchino, Russia

Аннотация. *В этом исследовании была оценена взаимосвязь между реакцией растительности на аридизацию климата и ее влияние на геохимические свойства почв, что имеет большое значение для понимания устойчивости степных ландшафтов при дальнейших тенденциях к потеплению климата. В результате исследования показано влияние климатических факторов на свойства растительных сообществ и их влияние на скорость возврата химических элементов в верхние горизонты почвы. Так же изучен химический состав каштановых и бурых полупустынных почв и оценен эффект от изменения растительного покрова на вариативность их геохимических параметров. Показано, что аридизация климата приводит не только к уменьшению продуктивности ландшафтов и развития таких дегазационных процессов, как эрозия и опустынивание, но и к смене их биогеохимических свойств.*

Abstract. *In this study, the relationship between the response of vegetation to climate aridization and its effect on the geochemical properties of soils was assessed, which is of great importance for understanding the stability of steppe landscapes with further trends towards climate warming. As a result of the study, the influence of climatic factors on the properties of plant communities and their influence on the rate of return of chemical elements to the upper soil horizons was shown. The chemical composition of Kastanozems and Calcisols was also studied and the effect of changes in the vegetation cover on the variability of their geochemical parameters was assessed. It is shown that climate aridization leads not only to a decrease in the productivity of landscapes and the development of such degassing processes as erosion and desertification, but also to a change in their biogeochemical properties.*

Ключевые слова: *геохимия, почвы, растения, выветривание, Русская равнина*
Keywords: *geochemistry, soils, plants, weathering, Russian Plain*

Современный этап развития биосферы характеризуется уменьшением биологического и ландшафтного разнообразия, а, главное, снижением равновесия и устойчивости самих природных комплексов. В силу небольшого уровня накопления биомассы степные ландшафты по уровню самоорганизации и устойчивости уступают многим другим природным зонам, что при изменении климата может привести к нарушению и достаточно трудному восстановлению их стационарного состояния [1]. Отмечают, что почвы степей представляют собой довольно консервативные образования и в течение голоцена климатические изменения не приводили напрямую к смене их типов [3]. В то же время выявлено, что произошло значительное изменение флористического разнообразия растительности евразийских степей, которое чаще всего уменьшается со снижением влагообеспеченности [4]. Влияние растений на свойства почвы порождает неоднородность биогеохимических закономерностей и процессов в различных пространственных масштабах, поэтому понимание последствий изменения структуры наземной растительности для ландшафтов в целом становится важной задачей, которая позволит ответить на вопрос о механизме влияния потепления климата на свойства степных ландшафтов.

Целью данного исследования являлось определение геохимических особенностей каштановых и бурых полупустынных почв, а также оценка взаимосвязи между реакцией растительности на аридизацию климата и влиянием этих изменений на свойства степных почв. Для реализации поставленной цели была оценена смена биоразнообразия растений и их биомассы с учетом климатического градиента, динамика общего запаса химических элементов в растениях разных семейств и скорость их возврата в верхние горизонты почвы в зависимости от климатических параметров, а так же определено влияние изменения растительного покрова на вариативность химических свойств почв. Для этого была исследована трансекта протяженностью более 700 км на территории юго-востока Русской равнины. В почвенно – географическом отношении район исследований расположен в зоне сухих и пустынных степей с зональным типом каштановых и бурых полупустынных почв на лёссовых породах и приурочен к различным природным районам Нижнего Поволжья (Приволжская, Ергенинская возвышенности, Прикаспийская низменность).

Климат является одним из основных факторов, определяющих поведение химических элементов в почве. Но полученные данные говорят о том, что интенсивность процессов химического выветривания в почвах сухостепной зоны достаточно низка [2]. Щелочная среда не только препятствует разрушению первичных минералов под действием процесса гидролиза, но и затрудняет миграцию химических элементов в ионной форме. Только в верхних горизонтах почв, отмытых от солей и карбонатов, в обстановке более низких значений pH, способны создаваться условия для химического выветривания.

В условиях слабого химического выветривания основным процессом, влияющим на миграцию химических элементов в степях, становятся биогеохимические взаимодействия в системе «почва-растение». В результате исследования выявлено, что при аридизации в степных ландшафтах происходит смена растительных семейств в ряду: злаковая → злаково-разнотравная → злаково-полынная → полынно-злаковая →полынно-маревая ассоциация. В этом ряду уменьшается биомасса и биопродуктивность степных ландшафтов, но происходит увеличение накопление растениями химических элементов, связанных с солями: Ca, Mg, Na, S, Sr. Расчет поступления химических элементов с растениями в верхние слои почв показал, что значения этого показателя для всех изученных элементов были выше в настоящих степях по сравнению с таковым в сухих и засушливых.

Выявлено, что при увеличении среднегодовых осадков происходит увеличение поступления P, S, Rb, K и Ca с растениями в почву, а «шаг» 2 градуса лучше всего отражает эти различия. Прямая корреляция со снижением среднегодовой температуры выявлена с поступлением P, Rb, K и Ca с растениями в почву, при этом достоверные различия между исследованными группами выявлены при «шаге» в 100 мм. Однако лучше качественный переход в поступлении элементов с растениями в почву отражает показатель аридности климата, при увеличении его значения на каждые 5 единиц выявлено качественное увеличение поступления в почву с растениями Br, Ca, K, Mg, P, Sr, Mn и S.

Показано, что аридизация климата приводит не только к уменьшению продуктивности ландшафтов и развитие таких деградационных процессов, как эрозия и опустынивание, но и к смене их биогеохимических свойств (рис.). Аккумуляция аридными видами узкого спектра химических элементов (Ca, K, S, Cl) ассоциирующихся с солями, ведет к дальнейшей деградации почвенного покрова и снижению его устойчивости.

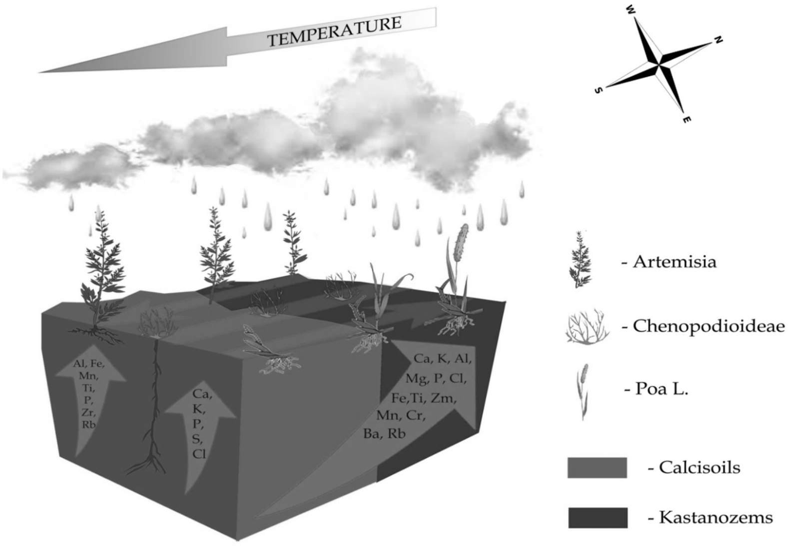

Рис. Диаграмма взаимосвязи между семейством растений, химическим составом почвы и климатическими параметрами в степных ландшафтах

Снижение уровня атмосферных осадков приводит к засолению средней части почвенного профиля, а биогенная миграция катионов и анионов солей увеличивает еще выше их накопление в гумусовых горизонтах. Мобилизация таких элементов приводит к развитию ряда деградационных процессов, например, засоления и осолонцевания.

Благодарности. *Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (грант РНФ 23-27-00145)*

Литература

1. Базилевич Н.И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. М.: Наука. 1993. 293 с.
2. Kalinin PI, Kudrevatykh IYu, Malyshev VV, Pilguy LS, Buhonov AV, Mitenko GV, Alekseev A. O. Chemical weathering in semi-arid soils of the Russian plain. Catena. 2021. 206: 105554.
3. Borisov A.V., Alekseev A.O., Demkina T.S., El'tsov M.V., Kalinin P.I., Alekseeva T.V., Khomutova T.E. Climate Dynamics and the History of Soil Formation in the Steppe Zone of Eastern Europe in the Holocene. Paleontological Journal. 2010. 54(8), 862–871.
4. Zhong L., Ma Y.M., Salama M.S., So Z. Assessment of vegetation dynamics and their response to variations in precipitation and temperature in the Tibetan Plateau. Climatic Change. 2010. 103, 3-4, 519-535.