

Установленная последовательность обусловлена эколого-генетическими свойствами исследованных почв, прежде всего, гранулометрическим составом, щелочно-кислотными и окислительно-восстановительными условиями, содержанием органического вещества для тяжелых металлов и металлоидов, а также степенью оструктуренности и биологической активностью для нефти и нефтепродуктов.

По результатам исследования разработаны региональные предельно допустимые количества (рПДК) некоторых тяжелых металлов, нефти и нефтепродуктов в основных почвах Кавказа на основе нарушения экологических функций (сервисов) почв и предложены наиболее эффективные способы их санации в случае загрязнения.

*Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (5.5735.2017/8.9) и государственной поддержке ведущей научной школы Российской Федерации (НШ-3464.2018.11).*

### **Влияние инвазий кустарничков в горно-тундровые и альпийские травяные экосистемы на почвы и условия минерального питания растений**

***Макаров М.И., Кадулин М.С., Малышева Т.И., Сабирова Р.В.***

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,*

*Москва [mmakarov@soil.msu.ru](mailto:mmakarov@soil.msu.ru)*

Инвазии кустарничков в травяные экосистемы высокогорий наблюдаются на протяжении последних десятилетий. Это явление способно привести к изменению параметров биогеохимических циклов основных биогенных элементов – углерода, азота, фосфора. Движущим фактором таких изменений может послужить появление нового типа микоризного симбиоза (эрикоидной микоризы), характеризующегося продуцированием высокоактивных гидролитических и окислительных ферментов на фоне функционирования гораздо менее ферментативно-активной арбускулярной микоризы злаков и разнотравья. Эта гипотеза пока еще не имеет убедительного экспериментального подтверждения, что стимулировало нас провести исследование в альпийском поясе Кавказа (Тебердинский заповедник) и горной тундре Хибин (Полярно-альпийский ботанический сад-институт).

Первые результаты, полученные при изучении почвы одного участка альпийской лишайниковой пустоши (АЛП) в присутствии и отсутствии в составе фитоценоза кустарничка брусники обыкновенной *Vaccinium vitis-idaea* (вересковые), показали неплохое соответствие представлениям о мобилизации органического вещества почвы экзоферментами эрикоидной микоризы. Концентрации С и N экстрагируемого органического вещества и микробной биомассы, их обогащенность азотом, рост микробной активности свидетельствуют о повышении доступности N для питания почвенных микроорганизмов в присутствии *V. vitis-idaea*. Однако повышенная влажность почвы в этом варианте не позволила с полной уверенностью говорить о том, что выявленные различия связаны с функционированием эрикоидной микоризы, а не обусловлены особенностями водно-физических свойств почвы, определяющих поселение брусники обыкновенной.

Сложность вопроса подтвердилась при последующем увеличении числа изучаемых участков АЛП, когда оказалось, что некоторые отличия в свойствах почвы в присутствии и отсутствии брусники в составе фитоценоза на разных участках демонстрируют разную направленность. Анализ взаимосвязи между изученными свойствами почвы и ее влажностью показал, что в присутствии брусники свойства характеризуются стабильностью при изменении объемной влажности от 15 до 27% на разных участках, тогда как под травами многие свойства почвы зависят от влажности. Это не дает основания с уверенностью говорить о выраженном специфическом влиянии *V. vitis-idaea* на свойства почвы АЛП и требует проведения дополнительных исследований.

В горной тундре Хибин исследование пока проведено на одном участке злакового луга, где присутствуют куртины нескольких видов вересковых кустарничков – *Vaccinium vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *V. uliginosum*, *Empetrum nigrum*.

Установлено, что присутствие кустарничков в составе фитоценоза оказывает влияние на почвенные свойства, увеличивая содержание подвижного минерального и органического фосфора, экстрагируемого органического азота, соотношение С/N в микробной биомассе и уменьшая содержание нитратов, активности минерализации органических соединений азота и нитрификации, а также соотношения С/N и С/P в экстрагируемом органическом веществе. При этом некоторые свойства меняются одинаково в почвах под всеми видами кустарничков, но другие

проявляют видоспецифичную реакцию, которая в большей степени выражена под *Empetrum nigrum* и в меньшей – под *V. myrtillus*.

Более высокое содержание экстрагируемого органического азота и более низкие активности его минерализации и нитрификации в почвах под кустарничками, в сравнении с почвой под злаковой растительностью, в горной тундре Хибин свидетельствуют о разном предпочтении в источниках азотного питания растений с разным типом микоризы.

### **Биогеохимия азота в горно-тундровых экосистемах**

**Маслов М.Н.<sup>1</sup>, Копеина Е.И.<sup>2</sup>, Маслова О.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, <sup>2</sup>Полярно-Альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина, г. Анатиты [maslov.m.n@yandex.ru](mailto:maslov.m.n@yandex.ru)

Доступность почвенных источников азота является одним из основных факторов, определяющих продуктивность экосистем и их способность депонировать атмосферный углерод. Основной особенностью биогеохимического цикла азота в тундровых экосистемах является его заторможенность и высокая замкнутость, что связано с коротким вегетационным сезоном, низкими среднегодовыми температурами и переувлажненностью, создающими условия для медленного разложения растительных остатков. Считается, что сочетание этих факторов определяет бедность доступным азотом почв экосистем горной тундры, однако альпийский ландшафт неоднороден и включает в себя большое количество экосистем, которые сильно различаются по плодородию почвы.

Исследование проводили в Хибинах на северо-восточном склоне г. Вудъяврчорр (67°64' N 33°64' E). Изучены особенности азотного цикла в почвах наиболее распространенных типов экосистем горной тундры, образующего геохимическую катену. В элювиальных малоснежных местообитаниях распространены кустарничково-лишайниковые пустоши (КЛ), ниже по склону расположены участки, занятые ерниковыми экосистемами. В аккумулятивных многоснежных позициях (выровненные участки у подножий склонов и западины на склонах) развиты луговые сообщества с преобладанием злаков и осок. Почвы этих экосистем представлены сухоторфяно-подбуром, подбуром и литоземом перегнойно-темногумусовым, которые сходны по содержанию общего азота (1.1-1.7% в верхних горизонтах). Наибольшие различия между