

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВИДОВ ЛОКАЛЬНЫХ ФЛОР ПОЛЯРНОГО УРАЛА,
ОТЛИЧАЮЩИХСЯ ПО ВИДОВОМУ БОГАТСТВУ

Алексеева-Попова Н.В.

Санкт-Петербург, Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН

Многочисленные наблюдения ботанико-географов и флористов давно обнаружили своеобразие флоры на разных типах материнских горных пород. Специфичность флоры и растительности на карбонатных породах отмечалась для различных зон и областей и ей посвящены многочисленные работы (Calcium..., 2003), более резко она проявляется в холодных, избыточно влажных областях, особенно в Гипоарктике (Юрцев, Петровский, 1971). Целым рядом характерных особенностей обладает серпентинитовая флора на ультраосновных породах, например, совместным произрастанием базифитов и ацидофитов, она изучается в разных климатических зонах от тропической до тундровой (Игошина, 1966; Proctor, Nagy, 1992;).

Проблема влияния геохимических условий произрастания на флористический состав растительного покрова находилась в сфере разносторонних научных интересов Б.А. Юрцева. По его инициативе и при непосредственном участии проводилось изучение растительности и ее биогеохимических особенностей в южных гипоарктических тундрах Чукотского полуострова на карбонатных и кислых горных породах (Алексеева-Попова и др. 1994), в бассейне р. Анадырь на ультраосновных и кислых породах (Дроздова, Юрцев, 1995; Дроздова, Алексеева-Попова, 1999), а также на Полярном Урале на ультраосновных, карбонатных и кислых горных породах (Юрцев и др., 2004; Дроздова, 2005; Kataeva et al., 2004; Proctor et al., 2005).

Именно на Полярном Урале с ярко выраженным литологическим разнообразием представилась уникальная возможность изучения в узком географическом районе изменчивости флоры в разнообразных геохимических условиях. В подзоне гипоарктических тундр в контрастных геохимических условиях исследованы 4 локальные флоры: на ультраосновных горных породах перидотитах – ЛФ оз. Верхняя Хойла и на дунитах ЛФ в долине р. Макару-Ружь; на карбонатных породах ЛФ ручья Развильный в бассейне р. Б. Пайпудына, на кислых и средних метаморфических породах ЛФ пос. Полярный в бассейне р. Соби (Юрцев и др., 2001). Сопоставление в одном районе 4 локальных флор позволило выявить различия богатства флор и их видового состава. Найдено увеличение видового разнообразия в локальной флоре с преобладанием карбонатных пород (211 видов) и резкое снижение на ультраосновных (130 – в районе оз. В.Хойла, 98 – в бассейне р. Макару-Ружь) по сравнению с кислыми породами (190 видов – пос. Полярный). На основании определения активности видов Б.А. Юрцев выделил группы видов по их отношению к типу горных пород:

- кальцефиты (43 вида), встречающиеся только на карбонатных флорах, отсутствующие на гипербазиитах и кислых породах (*Carex sabynensis*, *Salix recurvigemma*, *Dryas punctata*, *Bromus vogulicus*, *Saxifraga tenuis*, *S. oppositifolia*, *Senecio resedifolius*, и др.
- облигатные ацидофиты (11 видов), отсутствующие на серпентинитах и карбонатных породах: *Salix nummularia*, *Oxycoccus microcarpus*, *Saxifraga aestivalis*, *Nardosmia laevigata*, *Senecio congestus* и др.
- виды специфичные для ультраосновных ландшафтов Полярного Урала (в данном районе) (9): *Asplenium viride*, *Koeleria asiatica*, *Thlaspi cochleariforme*, *Alyssum obovatum*, *Cochlearia arctica*, *Artemisia borealis* и др.
- виды активные на серпентинитах, вне их менее или низко активные (12): *Deschampsia glauca*, *Carex rupestris*, *C. melanocarpa*, *Salix arctica*, *Dianthus repens*, *Minuartia arctica*, *Saxifraga spinulosa*, *Senecio tundricola* и др.
- амфитолерантные виды, весьма активные как на серпентинитах, так и на осадочных и метаморфических породах, среди них – фоновые зональные виды, в том числе *Dryas octopetala ssp. subincisa*, *Betula nana*, *Carex bigelowii subsp. arctisibirica*.
- виды-серпентинофобы (15), которые отсутствуют на серпентинитах, но обычны или даже часто встречаются на карбонатных и кислых породах: *Sibbaldia procumbens*, *Tanacetum bipinnatum*, *Hierochloa odorata*, *Salix reticulata*, *Hedysarum arcticum* и др.

Сравнение ЛФ выявило также изменение таксономической структуры на уровне семейств. Наиболее четкие различия наблюдаются между ЛФ на ультраосновных горных породах (В. Хойла и Макару-Ружь) и двумя другими ЛФ. В ЛФ на известняках, особенно по сравнению с ультраосновными породами, происходит усиление роли семейств *Saxifragaceae*, *Ranunculaceae*, *Cyperaceae*, *Rosaceae* и др. и ослабление роли *Caryophyllaceae* и др. Кроме того, в ЛФ на ультраосновных массивах происходит выпадение целого ряда семейств (Юрцев и др., 2001).

Для изучения причин столь резких изменений ЛФ на ультраосновных и карбонатных горных породах по сравнению с кислыми породами было предпринято биогеохимическое изучение особенностей видов ЛФ. Содержание К, Са, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Cr в растениях и почвах было определено атомно-абсорбционным методом.

На 207 видах сосудистых растений показаны изменения минерального состава видов в контрастных геохимических условиях. Наиболее резкие различия проявляются в уровне Ca и Mg (Рис.1). На ультраосновных породах содержание Ca в растениях в среднем вдвое ниже, чем на кислых породах, при этом наблюдается усиленная аккумуляция Mg, превышающая таковую на всех других типах горных пород. Эти изменения коррелируют с уровнем в почве обменных форм этих катионов и отражают неблагоприятное для растений соотношение Ca/Mg.

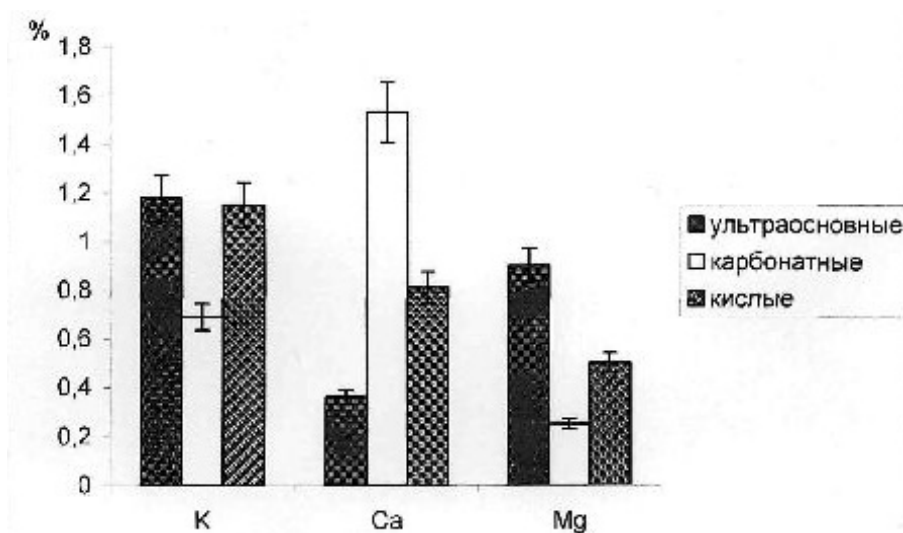


Рис. 1. Среднее содержание макроэлементов в растениях на разных типах горных пород

На карбонатных породах среднее содержание Ca в растениях на 90% выше по сравнению с растениями на кислых породах и в 4,2 раза выше по сравнению с ультраосновными. Амфитолерантные виды характеризуются широким диапазоном изменчивости минерального состава и способны адаптироваться к резко различающимся геохимическим условиям. Так, у *Lagotis minor* содержание Ca варьирует от 0,17% на ультраосновных до 2,9 % на основных горных породах, а у *Salix arctica* от 0,23 до 1,37% соответственно.

Характерной биогеохимической особенностью растений на ультраосновных породах является также усиленное накопление тяжелого металла Ni, составляющее в среднем 46 мг/кг при содержании менее 5 мг/кг в растениях на других породах (Рис.2). Типичной особенностью растений на кислых породах является усиленное накопление Mn

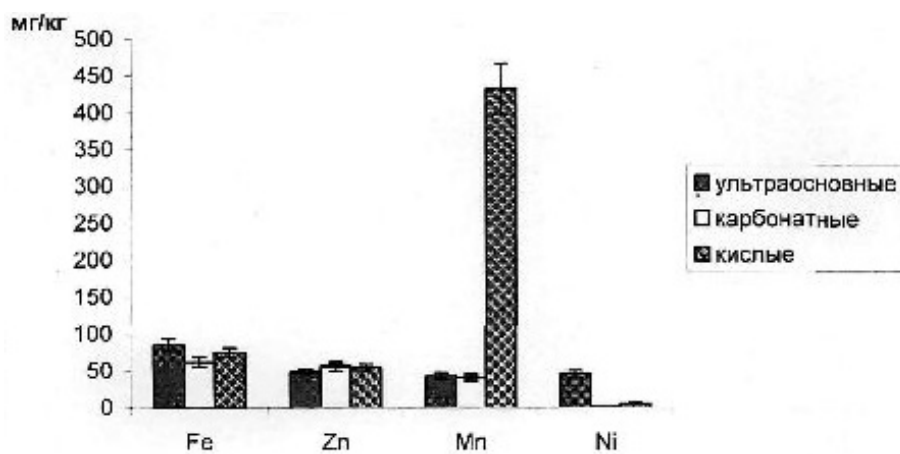


Рис. 2. Среднее содержание макроэлементов в растениях на разных типах горных пород

Отмеченные различия еще более отчетливо выявляются при сопоставлении минерального состава растений только амфитолерантных видов, общих для сравниваемых локальных флор. У видов, облигатно приуроченных в своем распространении к определенному типу горных пород, наиболее ярко выражены характерные для данных геохимических условий черты минерального обмена.

На основании данных о минеральном составе почв и растений были рассчитаны коэффициенты биологического накопления (КБН), которые позволили сравнить интенсивность аккумуляции химических элементов в разных геохимических ситуациях, а также межвидовые различия накопления. Установлено, что КБН_{Mg} у растений на гипербазитах гораздо ниже, КБН_{Ca} выше, чем на известняках и кислых горных породах, что может рассматриваться как механизм адаптации к неблагоприятным условиям минерального питания.

В то же время в каждой ЛФ можно отметить биогеохимические особенности, характерные для определенных таксонов. Например, представители сем. *Poaceae* и *Cyperaceae*, а среди двудольных – сем. *Ericaceae* выделяются минимальным уровнем накопления большинства элементов. Для видов сем. *Asteraceae*, наоборот, характерна высокая степень аккумуляции химических элементов. Это может быть обусловлено разной катионнообменной емкостью поглощения корней, а также эколого – физиологическими особенностями видов, прежде всего типом минерального обмена. Видоспецифические особенности обмена Ca, могут определять экологическое поведение вида, в т. ч. приуроченность к почвам определенного минерального состава. Можно предположить, что отсутствие во флорах на ультраосновных породах видов сем. *Fabaceae* связано с очень низким уровнем доступного растениям Ca в почвах. А виды этого семейства обладают кальцитрофным типом минерального обмена, характеризующимся очень высоким содержанием водорастворимого Ca. В то же время виды, обладающие оксалатным типом обмена, например виды сем. *Caryophyllaceae*, *polygonaceae* резко усиливают свои позиции в серпентинитовой флоре. Чрезвычайно важно, что виды этих семейств могут связывать в клетке в нерастворимые оксалаты не только Ca, но и Mg, который накапливается в избытке у растений на ультраосновных породах.

Типологические особенности минерального обмена растений разных таксонов обуславливают их неодинаковые адаптивные возможности к неблагоприятным почвенно-геохимическим условиям.

Работа поддержана Программой Президиума РАН «Биоразнообразие и динамика генофондов».

Литература

- Алексеева-Попова Н.В., Игошина Т.И., Юрцев Б.А. Растительность и минеральный состав почв на карбонатных и силикатных породах (юго-восток Чукотского полуострова) // Бот. журн. 1994. Т.49, №2. С.117–127.
- Игошина К.Н. Особенности флоры и растительности на гипербазитах Полярного Урала (на примере горы Рай-Из) // Бот. журн. 1966. Т.51, №3. С.322–337.
- Дроздова И. В., Алексеева-Попова Н.В. Особенности минерального состава растений и почв на ультраосновных породах Усть-Бельского горного массива (среднее течение реки Анадырь). III. Растения семейств *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Ericaceae* // Бот. журн. 1999. Т. 84. № 7. С. 1–12.
- Дроздова И.В., Юрцев Б.А. Сравнительная характеристика минерального состава растений различных экологических групп на серпентинитах Южной Чукотки // Бот. журн. 1995. Т. 80. № 3. С. 51–59.
- Дроздова И.В. Особенности накопления минеральных элементов кустарниками и кустарничками Полярного Урала на разных типах горных пород // Бот. журн. 2005. Т.90. №1. С.40–54.
- Юрцев Б.А., Алексеева-Попова Н.В., Катаева М.Н. Видовое разнообразие локальных флор Полярного Урала в контрастных геохимических условиях // «Биоразнообразие Европейского Севера». Петрозаводск, 2001. С.204–205.
- Юрцев Б.А., Алексеева-Попова Н.В., Дроздова И.В., Катаева М.Н. Характеристика растительности и почв Полярного Урала в контрастных геохимических условиях I. Кальцефитные и ацидофитные сообщества // Бот. журнал. 2004. Т.89. №1. С.28–41.
- Calcium and plant species richness. Forum // Folia geobotanica. 2003. V.38, №4. 467 p.
- Kataeva M.N., N.V. Alexeeva-Popova, I.V. Drozdova, A.I. Beljaeva Mineral Composition of Plant Species and Soils in the Polar Ural as Influenced by Variation in Rock Type // Geoderma. Elsevier. 2004. V.122. N2–4, P.257–268.
- Proctor J., Alexeeva-Popova N.V., Kataeva M.N., Kravkina I.M., Yurtsev B.A., Drozdova I.V. Arctic ultramafics: new investigations on Polar Ural vegetation. // Proceedings of the IY international congress on ultramafic (serpentine) ecology. London, 2005. P.121–136.
- Proctor J., Nagy L. Ultramafic rocks and their vegetation: an overview // The vegetation of ultramafic (serpentine soils). 1992. P. 469–494.

УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ ГОРОХА ПОЛЕВОГО К АБИОТИЧЕСКИМ И БИОТИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ СРЕДЫ

Амелин А.В., Кондыков И.В. *, Чекалин Е.И., Борзенкова Г.А. *

Орел, Орловский государственный аграрный университет

**Орел, Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур*

Современному развитию сельскохозяйственного производства присущи выраженные тенденции негативного характера, направленные на ухудшение экологического состояния окружающей среды, качества про-