

УДК 574.4(575.21)

## БИОГЕОХИМИЯ ОСНОВНЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ЭКОСИСТЕМ СОН-КУЛЬСКОЙ КОТЛОВИНЫ

Э.И. Тункатарова, Б.Ш. Бектурганова, Ж.Б. Джакишылыкова

Степные сообщества северной зоны Сон-Кульской котловины отличаются большим видовым разнообразием. В эколого-биогеохимическом и геоботаническом аспекте описаны доминанты и богатые видовым составом формации и ассоциации: овсяницы валезийской (*Festuca valesiaca*), овсеца пустынного (*Helictotrichon desertorum*), и др. Изучено видовое разнообразие растительного покрова степной и лугостепной северной зоны Сон-Кульской котловины. Определен микроэлементный состав почвы и растений степных ценозов. Доминанты степных сообществ Сон-Кульской котловины в биогеохимическом отношении отличаются высокорослостью и обладают значительным микроэлементным составом и устойчивостью к экологическим факторам. Выявлены виды овсяницы валезийской (*Festuca valesiaca*), полыни тьянь-шанской (*Artemisia tianschanica*), которые обладают высокой жизненной способностью к антропогенным воздействиям и геохимическим факторам. Они предложены для интродукции на сильно выветриваемых участках в качестве противозерозийных растений.

*Ключевые слова:* микроэлементы; концентрация; биоразнообразие; урочище; спектральный анализ; геоботаника; лугостепные формации.

---

## СОҢ-КӨЛ ЧӨЛКӨМҮНДӨГҮ ЭКОСИСТЕМАНЫН НЕГИЗГИ МИКРОЭЛЕМЕНТТЕРИНИН БИОГЕОХИМИЯСЫ

Э.И. Тункатарова, Б.Ш. Бектурганова, Ж.Б. Джакишылыкова

Соң-Көл ойдуңунун түндүк зонасынын талаа өсүмдүктөр жыйындысы ар түрдүүлүгү менен айырмаланат. Доминанттар жана түрлөрдүн курамына бай формациялар жана бирикмелер экологиялык-биогеохимиялык жана геоботаникалык өңүттөн каралат: валезия бетегеси (*Festuca valesiaca*), чөл сулусу (*Helictotrichon desertorum*), ж.б. Соң-Көл ойдуңунун түндүк зонасынын шалбаа-талаа жана талаа каптаган өсүмдүктөрдүн ар түрдүү түрлөрү изилденген. Талаа ценоз өсүмдүктөрү жана топурактын курамындагы микроэлементтер аныкталды. Соң-Көл ойдуңунун талаа доминанттарынын жыйындысы бийик өсүп жана микроэлементтердин курамына бай келип, биогеохимиялык байланышта айырмаланып, экологиялык факторлорго туруктуу. Антропогендик таасирлерге жана геохимиялык факторлорго жөндөмдүүлүгү жогору делип валезия бетегеси (*Festuca valesiaca*), тьянь-шань шыбагынын (*Artemisia tianschanica*) түрлөрү аныкталды. Алар интродукция үчүн күчтүү шамал учуруучу жерлерде шамал эрозиясына каршы сунуш кылынды.

*Түйүндүү сөздөр:* микроэлементтер; концентрация; биологиялык ар түрдүүлүк; өзөн; спектрдик талдоо; геоботаника; шалбаа талаа формациясы.

---

## BIOCHEMISTRY OF THE MAIN TRACE ELEMENTS OF THE SON-KUL HOLLOW ECOSYSTEMS

E.I. Tunkatarova, B.Sh. Bekturganova, Zh.B. Dzhakshylykova

Steppe communities of the northern zone of the Son-Kul hollow are characterized by great species diversity. In ecological-biogeochemical and geobotanical aspects, dominant and species-rich formations and associations were described: Valesian fescue (*Festuca valesiaca*), desert oat (*Helictotrichon desertorum*), etc. Species diversity of vegetation cover of steppe and meadow-steppe northern zone of the Son-Kul hollow was studied. Microelement composition of soil and plants of steppe cenoses was determined. Dominants of steppe communities of the Son-Kul

hollow in biogeochemical respect are high-growing and possess considerable microelement composition and stability to ecological factors. The species of fescue valesiaca (*Festuca valesiaca*), Tien-Shan wormwood (*Artemisia tianschanica*), which have high vitality to anthropogenic influences and geochemical factors were identified. They are proposed for introduction in highly weathered areas as erosion control plants.

**Keywords:** trace elements; concentration; biodiversity; tract; spectral analysis; geobotany; meadow-steppe formations.

**Введение.** В.И. Вернадский писал, что организмы находятся в тесной геохимической взаимосвязи с окружающей средой. Концентрация меди, кобальта, молибдена и цинка в разных частях растений изменяется в зависимости от нарастания содержания этих микроэлементов в почве [1]. Концентрация микроэлементов в растениях и почвах распределяется неравномерно. В целом растения легко поглощают формы микроэлементов, растворенные в почвенных растворах и ионные. Установлено, что для нормальной жизнедеятельности растений и животных необходимо более 30 микроэлементов. Из них содержание большого количества таких элементов как молибден, кобальт и цинк в растениях является очень важным, так как благодаря им питательная ценность пастбищных кормов повышается. Перечисленные химические элементы играют большую роль в обмене веществ в организме животных и человека.

Ранее в этом районе Кыргызстана проводились геоботанические, географические и другие исследования. Известны работы таких ученых как И.В. Выходцев, А.Г. Головковой, А.С. Цеканова [2]. Но биогеохимический анализ по микроэлементам этими авторами не проводился.

Комплексное геоботаническое, геоэкологическое изучение современного состояния растительности естественных ландшафтов, биогеохимическая оценка их доминантов, сохранение биоразнообразия и повышение продуктивности в условиях высокогорий Кыргызстана, в частности, в Сон-Кульской котловине, является в настоящее время весьма актуальным и представляет научный и практический интерес. Выбор объекта исследования был связан с решением проблем регионального и государственного значения: продовольственной и экологической безопасности.

Овсяница валезийская (*Festuca valesiaca*) – засухоустойчива, морозостойка. Максимального развития достигает на пологих склонах и равнинах, образует типчаковые степи. Охотно поедается животными. Урожайность в среднем – 4–9 ц/га, максимальная – до 12 ц/га. Широко распространена по всей котловине озера Сон-Куль, мощный ценозообразователь. Образует разнообразные степи. Типчак валезийский содержат лизин, гистидин, аргинин, треонин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин и другие аминокислоты [3].

**Материалы и методы.** Для изучения на впадине Сон-Кульской котловины были выбраны: типчаковые, осоково-типчаково-разнотравные степи, кобрезиевый луг и почвы. Использованы методы спектрального анализа.

**Результаты исследований.** Известно, что избыток или недостаток микроэлементов в почве является важным геохимическим фактором, который играет большую роль при выявлении наиболее приспособленных и ценных растений. В зависимости от геохимических факторов и их различий, они могут способствовать росту либо типчака, либо тимopheевки, либо мятлика. Все это косвенным путем приводит к снижению конкурентной способности одного или нескольких видов в растительном сообществе. Типчаково-полынно-разнотравные сообщества произрастают на почве с повышенным содержанием изученных микроэлементов, в отличие от полынно-разнотравных, и менее концентрируют микроэлементы растительной массой. Типчаково-полынно-разнотравные сообщества богаче питательными микроэлементами (медь, кобальт, молибден, цинк), чем другие сообщества. Следовательно, такое ценное микроэлементное питание в типчаково-полынно-разнотравных пастбищах рекомендуется для использования в животноводстве [4].

Изучен микроэлементный состав биомассы растительных сообществ высокогорных типчаковых степных сообществах Сон-Кульской котловины. Высокогорье представляет собой суровую экологическую зону с коротким летом (июль и август), долгой холодной и довольно снежной зимой [5]. Здесь встречаются степные и лугостепные формации.

Пробы почв и растений были отобраны в следующих наиболее распространенных сообществах высокогорных долинах Сон-Куля:

1. Осоково-злаковые сообщества преобладают по экологическому маршруту урочища Кылаа и Батай-Арал. Доминирующими видами являются: осока черноцветковая (*Carex melanantha*), пырей ползучий (*Agropyrum repens*). Наиболее благоприятный растительный покров и его структура обуславливают эту формацию пригодной к использованию как пастбища в летний период.
2. Типчаково-разнотравные формация встречается в районе исследования в урочище Ак-Таш. Доминирующими видами являются: овсяница валезийская (*Festuca valesiaca*), эдельвейс бледно-желтый (*Leontopodium ochroleacum*). Данная формация представлена на многих участках.

В Сон-Куле встречаются высокогорно-долинные темно-каштановидные, высокогорно-каштановые почвы. Авторами проводилось биогеохимическое изучение микроэлементов (медь, кобальт, цинк и молибден) в следующих доминирующих видах: овсяница валезийская (*Festuca valesiaca*), полынь зеленая (*Artemisia viridis*) (таблицы 1, 2).

Ниже приведено содержание микроэлементов в темно-каштановидных почвах Сон-Кульской котловины в перечисленных выше степных растительных сообществах.

Для анализа были отобраны пробы на участках: № 4 – урочище Кызыл-Булак, № 5 – Кылаа, № 6 – урочище Баткак-Булак. Результаты анализа приведены в таблице 1.

У овсяницы валезийской отмечается средняя концентрация меди и цинка почти на всех участках. Из всех изученных растений, овсяница валезийская отличается наибольшей избирательностью двух микроэлементов: медь и цинк. Меди в овсянице валезийской содержится в пределах 1,5–2,0 мг/кг. Минимальное содержание кобальта отмечено в районе урочища Кылаа. Концентрация молибдена в овсянице валезийской составляет от 0,2 до 0,4 мг/кг. Минимальное содержание цинка отмечено в районе Баткак-Булак, максимальные отметки – в урочище Кызыл-Булак, цинк коррелируется в пределах 3–5 мг/кг. Содержание микроэлементов в овсянице валезийской показано на рисунках 1 и 2 [1, 5].

У полыни зеленой (*Artemisia viridis*) содержание меди в золе растений достигает сотых долей процента. Ряд растений значительно больше накапливает медь по сравнению с почвой. Растения активно концентрируют медь, как в надземных, так и особенно в подземных частях. Например, это наблюдается у всех видов полыней (полынь зеленая, полынь тянь-шаньская (*Artemisia vulgaris*, *Artemisia tianschanica*). Участие полыней в растительном покрове способствует удержанию меди в верхних горизонтах почвы. Для анализа были отобраны пробы участков урочищ: Кызыл-Булак (экологический профиль № 4), Кылаа (экологический профиль № 5), Баткак-Булак (экологический профиль № 6). Результаты анализа приведены в таблице 2.

У полыни зеленой отмечается низкая концентрация содержания кобальта и молибдена во всех точках (участках). Из всех изученных растений, полынь зеленая отличается наибольшей избирательностью двух микроэлементов – это медь и цинк. Результаты анализа показывают способность их накопления в растениях. При относительно низком содержании в почве меди (20 мг/кг) они способны накапливать ее до 40 мг/кг. Концентрация меди и молибдена в растениях выше, чем в почве, отмечаются в полынях в точке Кызыл-Булак. В точке Кызыл-Булак полынь зеленая концентрирует молибден от 1,2 мг/кг в почве, и 1,2 мг/кг в растениях. Сравнительно низкое содержание микроэлементов меди, кобальта, молибдена и цинка были отмечены в точках урочища Кылаа (рисунок 2) [3].

**Заключение.** Исследованы результаты комплексного геоботанического, геоэкологического изучения современного состояния растительности естественных ландшафтов, дана биогеохимическая оценка их доминантов. Рассмотрены вопросы сохранения биоразнообразия и повышения продуктивности в условиях высокогорий Кыргызстана, в частности, в Сон-Кульской котловине, которая является высокогорным пастбищным угодьем. Ее степные растительные сообщества имеют большое хозяйственное значение в качестве летних пастбищ, как кормовые угодья для всех видов сельскохозяйственных животных. Изучено количественное содержание микроэлементов во флоре Сон-Кульской

Таблица 1 – Содержание микроэлементов в почвах и в растениях овсяницы валезийской (*Festuca valesiaca*)

Химические элементы, мг/кг	Ландшафты исследования					
	уч. Кызыл-Булак		уч. Кылаа		уч. Баткак-Булак	
	М±m почва	М±m растение	М±m почва	М±m растение	М±m почва	М±m растение
Медь (Cu)	30±0,82	1,5±0,11	30±0,82	2±0,13	40±0,93	1,5±0,11
Кобальт (Co)	5±0,29	0,3±0,06	5±0,29	0,4±0,05	7±0,36	0,3±0,04
Молибден (Mo)	1,2±0,09	0,2±0,03	1,2±0,09	0,2±0,12	1,2±0,09	0,4±0,12
Цинк (Zn)	90±1,22	2±0,32	70±1,31	3±0,29	40±0,92	2±0,30

Таблица 2 – Содержание микроэлементов в почвах и в растениях (полынь зеленая – *Artemisia viridis*)

Химические элементы, мг/кг	Ландшафты исследования					
	уч. Кызыл-Булак		уч. Кылаа		уч. Баткак-Булак	
	М±m почва	М±m растение	М±m почва	М±m растение	М±m почва	М±m растение
Медь (Cu)	30±0,84	3±0,38	40±0,78	3±0,36	40±0,79	3±0,31
Кобальт (Co)	5±0,26	0,4±0,06	5±0,29	0,3±0,05	7±0,35	0,3±0,06
Молибден (Mo)	1,2±0,09	1,2±0,08	1,2±0,07	1,2±0,06	1,2±0,09	1,2±0,08
Цинк (Zn)	40±0,92	2±0,05	70±1,30	3±0,39	40±0,91	3±0,37

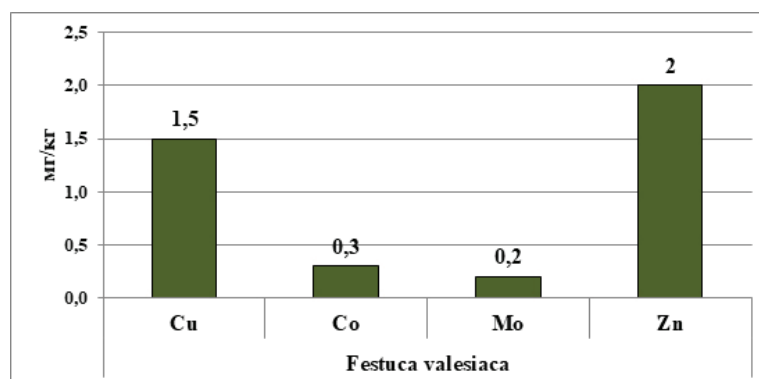


Рисунок 1 – Содержание микроэлементов в овсянице валезийской (*Festuca valesiaca*)

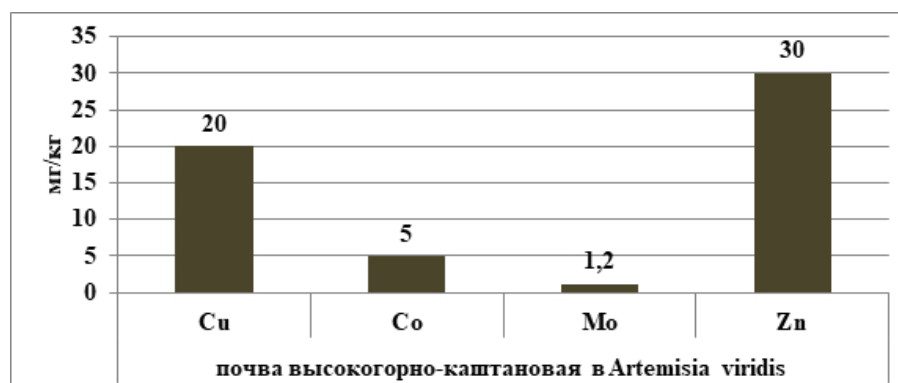


Рисунок 2 – Содержание микроэлементов в почвах (полынь зеленая – *Artemisia viridis*)

котловины; исследованы микроэлементы доминантов степных растительных сообществ ее северной зоны. Приведена биогеоэкологическая оценка растений, которая доказывает, что в почвенных средах флоры удовлетворительно усваиваются все ее микроэлементы.

*Литература*

1. *Мурсалиев А.М.* Биогеохимия горных лугов бассейна реки Тюп / А.М. Мурсалиев, Г.А. Ниязова, Ш.Т. Токомбаев. Фрунзе: Илим, 1986. 220 с.
2. *Цеканов А.С.* Растительность высокогорий Внутреннего Тянь-Шаня и её изменение под воздействием антропогенных факторов / А.С. Цеканов. Фрунзе: Илим, 1987. 362 с.
3. *Головкова А.Г.* Растительность Центрального Тянь-Шаня. Ч. I. Характеристика растительных сообществ Центрального Тянь-Шаня / А.Г. Головкова. Фрунзе, 1959. 456 с.
4. *Выходцев И.В.* Растительность пастбищ и сенокосов Киргизской ССР / И.В. Выходцев. Фрунзе: Изд-во АН Кирг. ССР, 1956. 339 с.
5. *Богданов И.И.* Геоэкология с основами биогеографии: учеб. пособие / И.И. Богданов. М.: ФЛИНТА, 2016. 210 с.