

УДК 574.4:502.521(575.21)

СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВЕ СОН-КУЛЬСКОЙ ДОЛИНЫ И ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

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

Изучены высокогорно-долинные, темно-каштановидные почвы, которые встречаются в высоких межгорных впадинах Сон-Куля на высоте выше 3016 м над уровнем моря. Они формируются под типчаковой степью, где выпадает 400–500 мм осадков с их летним максимумом. Высокие впадины (Сон-Куль, Султан-Сары, Карагоман-Болгарт, Орто-Сырт, Арпа) находятся на высоте от 2800 до 3000 (3200) м. Высокогорно-долинные, темно-каштановидные, субальпийские почвы распространены в высоко приподнятой части Внутреннего Тянь-Шаня – Сон-Куле, Султан-Сары, Карагомане на высоте 3000 м и выше. Доказано, что на высокогорно-темно-каштановидных почвах растениями хорошо усваиваются различные микроэлементы.

Ключевые слова: почвоведение; микроэлементы; гумус; продуктивная влага; серозем; опустынивание; естественные ресурсы; надземная биомасса; склоны и экспозиции.

СОҢ-КӨЛ ӨРӨӨНҮНҮН ЖЕР КЫРТЫШЫНДА МИКРОЭЛЕМЕНТТЕРДИН КАМТЫЛЫШЫ ЖАНА АЛАРДЫН ЭКОЛОГИЯЛЫК ӨЗГӨЧӨЛҮКТӨРҮ

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

Бул макалада деңиз деңгээлинен 3016 метрден жогору бийиктикте жайгашкан Соң-Көл өрөөнүнүн бийик тоолор ортосундагы ойдуңдарында кездешкен бийик тоолуу өрөөндүн кочкул-күрөң сымал жер кыртышы изилдөөгө алынды. Кыртыш бетегелүү талааларда калыптанат, ал жерде жай мезгилинде максималдуу 400-500 мм жаан-чачын жаайт. Бийик тоолуу ойдуңдар (Соң-Көл, Султан-Сары, Карагоман-Болгарт, Орто-Сырт, Арпа) деңиз деңгээлинен 2800 метрден 3000 (3200) метрге чейинки бийиктикте жайгашкан. Ички Тянь-Шандын 3000 метр жана андан жогору бийик тоолуу бөлүгүндө - Соң-Көл, Султан-Сары, Карагоман өрөөндөрүндө кочкул күрөң сымал жана субальп кыртышы кеңири тараган. Бийик тоолуу кара күрөң жер кыртышындагы ар түрдүү микроэлементтерди өсүмдүктөр жакшы сиңире тургандыгы далилденген.

Түйүндүү сөздөр: топурак таануу; микроэлементтер; чиринди; жемиштүү нымдуулук; боз топурак; чөлгө айлануу; табигый ресурстар; жер үстүндөгү биомасса; жантаймалар жана экспозициялар.

THE CONTENT OF TRACE ELEMENTS IN THE SOIL OF THE SON-KUL VALLEY AND THEIR ECOLOGICAL CHARACTERISTICS

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

High-mountain valley, dark chestnut soils are found in high intermountain depressions: Son-Kulya at a height of 3016 m above sea level. They are formed under tipchak steppe, where rainfall is 400-500 mm with its summer maximum. High hollows (Son-Kul, Sultan-Sary, Karagoman-Bolgart, Orto-Syrt, Arpa) are located at an altitude of 2800 to 3000 (3200) m. High-mountain - valley, dark - chestnut, subalpine soils are spread in high elevated part of the Inner Tien Shan - Son-Kul, Sultan-Sary, Karagoman at an altitude of 3000 m and higher. The results of this work show that, on high-mountain dark chestnut soils, plants are well assimilated by the studied trace elements.

Keywords: soil science: trace elements; humus; productive moisture; gray soil; desertification; natural resources; aboveground biomass; slopes and exposures.

Введение. Сон-Кульская впадина, включающая 93 тыс. га естественной растительности, и озеро Сон-Куль, площадью 27,3 тыс. га, представляет собой единый естественный комплекс [1].

Более 70 % территории Внутреннего Тянь-Шаня занято горными хребтами, а 30 % приходится на высокогорные впадины (Сон-Куль) и долины со сглаженным рельефом. Почвы равнинной части Сон-Куля имеют черты степного и лугового процессов почвообразования. По описаниям А.М. Мамытова (1964 г.) и др., они не должны быть отнесены к каштановидным или лугово-степным почвам. Эти почвы, скорее всего, переживают переходную стадию от каштановых к черноземовидным. В этой связи до выяснения генезиса этих почв мы предлагаем называть их высокогорно-долинными темно-каштановидными субальпийскими.

Авторами было проведено изучение биологического круговорота в почвах и растениях в Сон-Кульской впадине микроэлементов меди, кобальта, молибдена, цинка и т. д. Особенно широкое распространение получили темно-каштановые почвы. Почвы Сон-Кульской впадины являются суглинстыми, подстилаемые на глубине 55–88 см каменисто-галечниковыми отложениями [2].

Впервые изучены микроэлементы и эколого-биогеохимические аспекты степных сообществ северного Сон-Куля. В Сон-Кульском почвенном округе представлены разные зоны почв. Проведен биогеохимический анализ растений и почв степных растительных сообществ северной зоны Сон-Кульской впадины.

Почвы района исследования довольно разнообразны. Темно-каштановидные почвы широко распространены в Сон-Кульской впадине на степных ландшафтах. В горах и предгорных зонах много крупных лишайников, а на равнинах они очень мелкие. Лишайники считаются биоиндикатором. Большое количество лишайников на темно-каштановидных почвах способствует хорошему увлажнению, что помогает формированию пышной типчаковой степи.

Академиком А.М. Мамытовым было доказано, что во впадине оз. Сон-Куль на высоте 3045 м над уровнем моря на надпойменной террасе река Ак-Таш (правобережье) на ровном месте под типчаковой степью формируются темно-каштановые почвы. Здесь встречаются лютики, осоки, одуванчики, полынь зеленая и др. Покрытие сплошное. В настоящее время растительный покров средний. Идет постепенная деградация почв.

На равнинных участках высоких впадин Сон-Кульского почвенного округа, где формируются хорошо задернованные субальпийские степные почвы, явления эрозии выражены слабее [2]. Степные почвы – черноземы – характеризуются наибольшим количеством гумуса. Корни большинства степных растений проникают в почву на глубину больше одного метра, а вся корневая масса в степях составляет до 80–90 % от всей фитомассы [3].

Субальпийские горностепные почвы, на которых формируются степные сообщества равнинной части Сон-Кульской впадины, в том числе и разнотравно-злаковая ассоциация формации *Festuca valesiaca*, имеют следующие агрохимические показатели (в среднем для горизонта 0–40 см): рН – 6,8; гумус – 4,42 %; общий азот – 0,40 %; P_2O_5 – 5,06 мг/100 г почвы; K_2O – 8,26 мг/100 г почвы. Субальпийские горностепные почвы Сон-Кульского стационара по сравнению с почвами Ак-Сайских сыртов, более обеспечены гумусом и основными минеральными элементами. Темно-каштановидные почвы встречаются в Сон-Кульской впадине на высоте выше 3016 м над ур. м. Они весьма богаты гумусом [4].

Для Сон-Кульской впадины и внутренних склонов окружающих их хребтов характерны почвенно-растительные сообщества двух высотных поясов – субальпийского и альпийского. Степи и субальпийские луга Сон-Кульской впадины особенно красочны в июне–июле. Травостой степи формируют: *Festuca valesiaca*, *Stipa kirghisorum*, *Helictotrichon desertorum*, *Potentilla evestita*, *Leontopodium ochroleucum*, *Oxytropis globiflora* и другие растения. Степи покрывают мягким ковром равнинно-всхолмленные пространства, склоны гор и являются ландшафтными. Помимо типчаковых, здесь встречаются овсецовые степи из овсеца Тянь-шанского. Постоянные виды: овсяница Крылова, мятлик Литвинова, тонконог, скабиоза альпийская, разные виды родов астрагала и остролодки.

Для степных почв характерны: темно-серая окраска, выщелоченность, вскипание на глубине не менее 50 см, высокая водопрочность агрегатов, а также хорошее структурное состояние. Изменение геоэкологического состояния почвы выражается, прежде всего, в резком изменении структуры почвенно-растительного покрова. Результаты изучения содержания важнейших микроэлементов в почвах и растениях помогут правильно применять микроудобрения.

Материалы и методы. Для исследования высокогорно-долинных темно-каштановидных, а также высокогорно-каштановых почв и растений были использованы методы спектрального анализа. Было установлено наиболее высокое содержание микроэлементов в почвах и растительных сообществах. Концентрация меди, кобальта, молибдена и цинка в разных частях растений изменяется в зависимости от нарастания содержания этих микроэлементов в почве. В целом растения легко поглощают формы микроэлементов, растворенные в почвенных растворах, как ионные, так и хелаты и комплексы [5]. Авторы проводили биогеохимическое изучение содержания микроэлементов в *Helictotrichon desertorum* (овсец пустынный) в почвах на участке № 5 урочища Кылаа (рисунок 1).

На рисунке 2 показано содержание микроэлементов в *Festuca valesiaca* (овсяница валезийская) в почвах на участке № 2 урочища Ак-Таш.

На рисунке 3 показано содержание микроэлементов в *Artemisia viridis* (полынь зеленая) в почвах на участке № 3 Коргон-Бай-Булак.

Были установлены весьма высокие показатели в почвах и в растениях микроэлементов меди, кобальта, молибдена и цинка в почве на участке № 5 урочища Кылаа, № 2 урочища Ак-Таш, № 3 Коргон-Бай-Булак, а относительно низкие показатели – на участке № 7 Ичке-Булак, № 9 урочища Джаман-Эчки, № 14 Узбек, № 12 Кара-Кыя.

Результаты исследований показали, что на высокогорно-темно-каштановидных почвах растениями хорошо усваиваются все изученные микроэлементы (рисунки 4–6).

Содержание изученных микроэлементов в почвах степных сообществ Сон-Куля довольно неравномерно: содержание меди колеблется от 30 до 40 мг/кг; среднее количество кобальта в почвах района исследования – в пределах от 5 до 7 мг/кг; среднее содержание молибдена – 1,2 мг/кг; среднее количество цинка – 40 мг/кг, предел – от 40 до 90 мг/кг в темно-каштановидных и горных лугово-степных субальпийских почвах.

Среднее содержание меди в каштановой почве $1,5 \cdot 10^{-3}$ в типчаковой степи Сон-Кульской впадины – 35 мг/кг.

Содержание валового молибдена в почвах зависит от условий почвообразования и особенно от наличия этого элемента в горных породах. Кислые горные породы содержат молибдена меньше, чем основные. В почвах он тесно связан с гидратами полуторных окислов. Эти формы его труднодоступны растениям. Подвижность и растворимость молибдена с увеличением количества фосфора и кальция в почвах и с повышением pH возрастают [6].

Огромная роль в выносе микроэлементов из почвы принадлежит доминантным растениям. Отдельные доминантные виды растений участвуют в выносе микроэлементов из почвы, например *Artemisia viridis*, и выносят около 15 мг/кг меди, *Festuca valesiaca* – 15 мг/кг меди и *Helictotrichon desertorum* выносят около 7,5 мг/кг.

Надземная масса степи типчаковая, осоково-типчаково-разнотравная беднее микроэлементами. Почти на всех участках обнаружена невысокая концентрации меди в полынях. Нейтральная реакция почвы приводит к высокому содержанию в надземной массе растений молибдена, а кислая реакция – кобальта.

Почвы и растения Нарынской впадины характеризуются недостатком кальция, фосфора, кобальта, меди, а в некоторых случаях и избытком марганца, иногда относительно повышенным содержанием стронция, особенно в поймах рек, долинных зонах [7].

Выводы. Для типчаковых, осоково-типчаково-разнотравных степей высокогорной Сон-Кульской впадины характерно низкое накопление в надземной массе микроэлементов меди, кобальта, молибдена

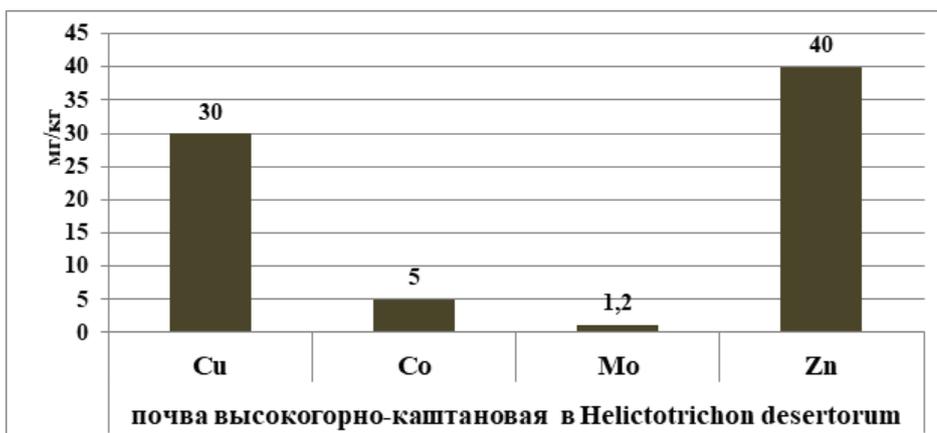


Рисунок 1 – Содержание микроэлементов в почвах *Helictotrichon desertorum*



Рисунок 2 – Содержание микроэлементов в почвах *Festuca valesiaca*



Рисунок 3 – Содержание микроэлементов в почвах *Artemisia viridis*

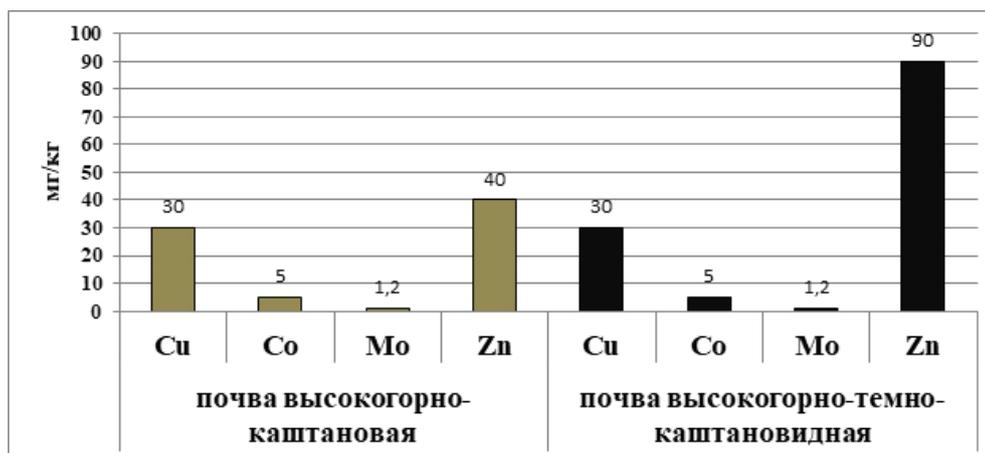


Рисунок 4 – Содержание микроэлементов в *Helictotrichon desertorum* Сон-Куля

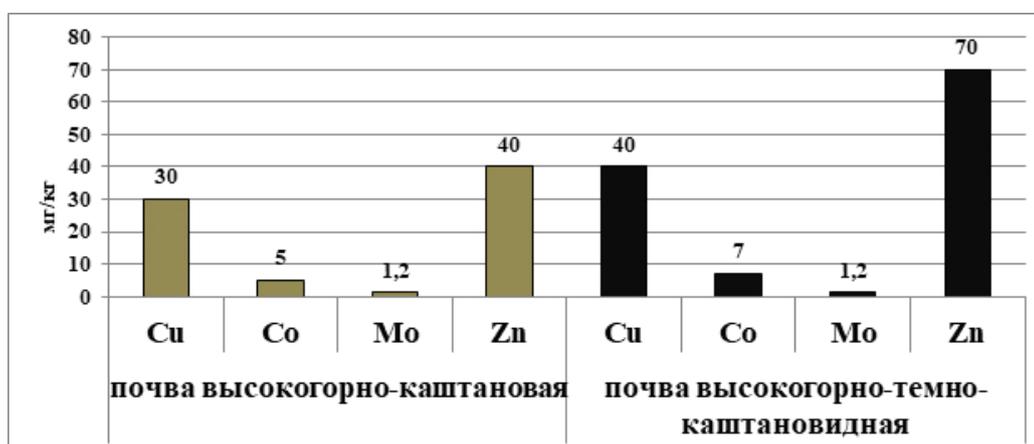


Рисунок 5 – Содержание микроэлементов в *Festuca valesiaca* Сон-Куля

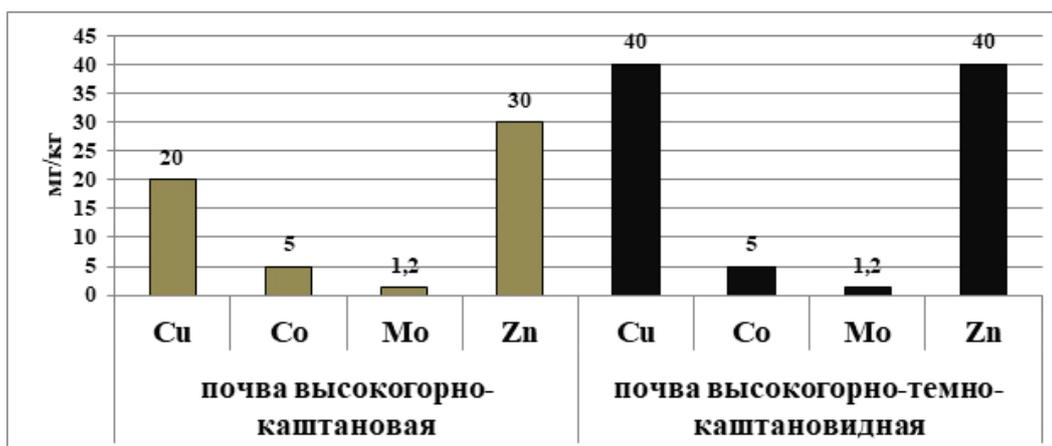


Рисунок 6 – Содержание микроэлементов в *Artemisia viridis* Сон-Куля

и цинка. Содержание микроэлементов в почве следующее: меди от 30 до 40 мг/кг, кобальта от 5 до 7 мг/кг, молибдена <1,2, цинка от 40–90 мг/кг. Результаты проведенных исследований могут быть использованы при составлении рекомендаций по применению микроудобрений для повышения продуктивности пастбищных угодий, а также при разработке методов микроэлементного питания в животноводстве.

Мониторинг видового состава растительности, а также биогеохимический анализ показал, что для степных пастбищ Сон-Кульской впадины большое значение имеет оптимизация водообеспеченности с улучшением минерального питания растений. Доказано, что на высокогорно-темно-каштановидных почвах растения хорошо усваивают все рассмотренные микроэлементы.

Литература

1. Атлас Киргизской Советской Социалистической Республики. Т. 1. М.: Гл. упр. геодезии и картографии, 1987. 157 с.
2. Мамытов А.М. Почвы Центрального Тянь-Шаня / А.М. Мамытов. Фрунзе: Изд-во АН Кирг. ССР, 1963. 560 с.
3. Богданов И.И. Геоэкология с основами биогеографии: учеб. пособие / И.И. Богданов [Электронный ресурс]. М.: ФЛИНТА, 2016. 210 с. (дата обращения 19.02.2021).
4. Мурсалиев А.М. Микроэлементы в сложноцветных растениях Киргизии / А.М. Мурсалиев. Фрунзе: Илим, 1977. 97 с.
5. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах / А.П. Виноградов. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 238 с.
6. Ковальский В.В. Микроэлементы в растениях и кормах / В.В. Ковальский. М.: Колос, 1971. 235 с.
7. Современные тенденции развития биогеохимии // Тр. Биогеохим. лаборатории, посв. 90-летию организации В.И. Вернадским Биогеохимической лаборатории (БИОГЕЛ) Т. 25. М.: ГЕОХИ РАН, 2016.