

УДК 911.2:504.06

МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ И ФИТОМАССЫ ФАЦИЙ ЦАГАН-ЧОЛОТУЙСКОГО ПОЛИГОН-ТРАНСЕКТА ОНОН-АРГУНСКОЙ СТЕПИ

Дубынина С.С.

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, e-mail sdubynina@yandex.ru

В работе представлены результаты анализа химических элементов каштановых почв и фитомассы в фациях Онон-Аргунской степи на Цаган-Чолотуйском полигон-трансекте. Выбор Цаган-Чолотуйского полигон-трансекта обусловлен особенностями ландшафтной структуры, образуя ландшафтно-экологический ряд, где фации сопряжены друг с другом. По ряду индикативных параметров, характеризующих условия среды, учитывались следующие показатели: состояние растительного покрова, видовой состав, проективное покрытие и микроэлементный состав. Сбор полевых материалов проводили в естественных условиях на пробных площадках полигон-трансекта. Количественный химический анализ почв и золы растений выполнен в химико-аналитическом центре Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН. На основе биогеохимических исследований полигон-трансекта установлено дифференцированное распределение микроэлементов, как по различным фациям, так и по компонентам – «почва – фитомасса». Для сравнительной характеристики химических особенностей почв и фитомассы, их способности к накоплению элементов в исследуемых объектах использовались кларки (K_1 и K_2). Установлено, что каштановые почвы луговых фаций речных долин характеризуются в сравнении с кларками литосферы (K_1) повышенным содержанием Sr в 1,03 раза и пониженным Ba в 0,66, Cu в 0,60, Ni в 0,59, Mn в 0,51 раза. Для фитомассы луговых фаций речных долин (K_2) повышенным содержанием – Ba в 2,10, Sr в 1,75, Cu в 1,04, Mn в 1,00 раза, пониженным Ni в 0,80 раза. Установлены коэффициенты биологического поглощения (K_b) в фациях Цаган-Чолотуйского полигон-трансекта. Микроэлементы по степени накопления в фитомассе выстраиваются в следующие ряды: фации вершинных останцев – Sr (2,68) > Ba (3,11) > Mn (1,49) > Cu (1,37) > Ni (0,63); склоновых – Cu (2,18) > Sr (1,74) > Mn (1,57) > Ba (1,44) > Ni (0,78); лугово-речных и приозерных террас – Cu (2,39) > Mn (1,41) > Sr (0,89) > Ba (0,76) > Ni (0,73).

Ключевые слова: микроэлементы, степные фации, почвы, фитомасса, коэффициенты биологического поглощения, Онон-Аргунская степь

TRACE ELEMENT COMPOSITION OF CHESTNUT SOILS AND PHYTOMASS FACIES OF THE TSAGAN-CHOLOTUYSKY POLYGON-TRANSECT OF THE ONON-ARGUN STEPPE

Dubynina S.S.

V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, e-mail: sdubynina@yandex.ru

The paper presents the results of the analysis of chemical elements of chestnut soils and phytomass in the facies of the Onon-Argun steppe on the Tsagan-Cholotuy sky polygon-transect. The choice of the Tsagan-Cholotuy sky polygon-transect is due to the features of the landscape structure, forming a landscape-ecological series where facies are interfaced with each other. According to a number of indicative parameters characterizing environmental conditions, the following indicators were taken into account: the state of vegetation cover, species composition, projective coating and trace element composition. The collection of field materials was carried out in natural conditions at the test sites of the polygon-transect. Quantitative chemical analysis of soils and plant ash was performed at the Chemical Analytical Center of the V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS. On the basis of biogeochemical studies of the polygon-transect, a differentiated distribution of trace elements has been established, both by various facies and by components – «soil – phytomass». Clarks (K_1 and K_2) were used to compare the chemical characteristics of soils and phytomass, their ability to accumulate elements in the studied objects. It was found that chestnut soils of meadow facies of river valleys are characterized in comparison with the clarks of the lithosphere (K_1) by an increased content of Sr by 1.03 times, and a reduced content of Ba by 0.66, Cu by 0.60, Ni by 0.59, Mn by 0.51 times. For phytomass of meadow facies of river valleys (K_2) with an increased content – Ba by 2.10, Sr by 1.75, Cu by 1.04, Mn by 1.00 times, reduced Ni by 0.80 times. The coefficients of biological absorption (K_b) in the facies of the Tsagan-Cholotuy sky polygon-transect are established. Trace elements in the degree of accumulation in the phytomass, arranged in the following series: facies outcrops vertex – Sr (2,68) > Ba (3,11) > Mn (1,49) > Cu (1,37) > Ni (0,63); slope – Cu (2,18) > Sr (1,74) > Mn (1,57) > Ba (1,44) > Ni (0,78); meadow-river and lake terraces – Cu (2,39) > Mn (1,41) > Sr (0,89) > Ba (0,76) > Ni (0,73).

Keywords: trace elements, steppe facies, soils, phytomass, biological absorption coefficients, Onon-Argun steppe

Представлены результаты по изменению микроэлементного состава почв и фитомассы при ландшафтно-геохимических исследованиях в Онон-Аргунской степи.

Изучение микроэлементного состава (Ba, Sr, Mn, Ni и Cu) каштановых почв и фитомассы проводились в фациях Ца-

ган-Чолотуйского полигон-трансекта, расположенного в 18 км от станции Харанор. Содержание химических элементов с пересчетом на фитомассу позволяет наиболее полно выявить роль растительности как одного из ведущих компонентов геосистем. Для выявления биогеохимических показа-

телей, где одним из таких направлений является *геохимия ландшафтов*. Это научное направление изучает поведение химических элементов и их соединений в элементарных ландшафтно-геохимических системах локальной и региональной размерности [1, 2]. По ряду индикативных параметров, характеризующих условия среды и ответных реакций геосистем на эти условия, учитывались следующие показатели: жизненное состояние растительного покрова, видовое его разнообразие, проективное покрытие, микроэлементный состав почв и фитомассы [3]. Для характеристики по содержанию микроэлементов почв и фитомассы применялись кларки литосферы (K_1) и кларки для растений суши (K_2) – по А.П. Виноградову (1954). Чтобы судить о коэффициенте поглощения элементов фитомассой, получили ряды биологического поглощения (K_0).

Цель исследования – выявить микроэлементный состав почвы и фитомассы и показать интенсивность биологического поглощения между почвой и фитомассой в фациях Цаган-Чолотуйского полигон-трансекта Онон-Аргунской степи.

Материалы и методы исследования

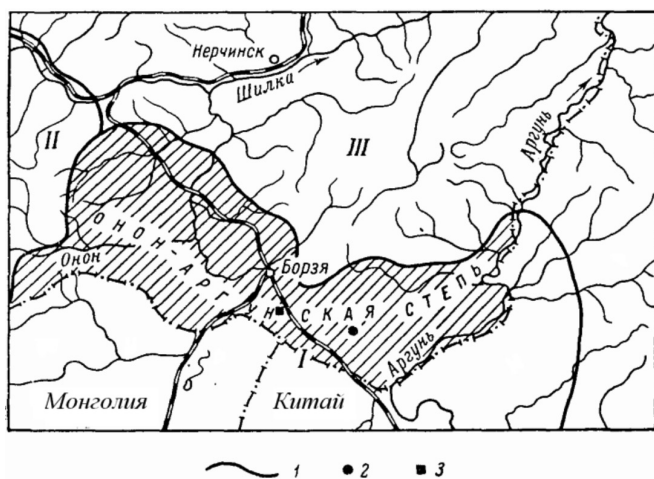
На ландшафтной карте Онон-Аргунская степь не имеет аналогов и представляет собой один из видов центральноазиатских степных ландшафтов, вклинивающийся в сибирскую тайгу почти до 51° с.ш. (рис. 1).

полосе между горными системами, относящимися к Северной и Центральной Азии. Низкогорный рельеф этой степи состоит из отдельных массивов, сопков и гряд, чередующихся с падами. Абсолютные высоты достигают 880–900 м. Стационарные наблюдения велись на Цаган-Чолотуйском полигон-трансекта с 1972 по 1980 г. сотрудниками Харанорского отряда. В 2015 г. были повторены исследования и полученные результаты приводятся в этой работе.

Объектом исследований послужили одиннадцать фаций (с XI по XXI). Профиль начинается на вершине г. Цаган-Чолотуй, проходит по склону северо-западной экспозиции, пересекает пойму и террасы р. Шарасун, проходит по склону юго-восточной экспозиции, древнему останцу и по склону северо-западной экспозиции спускается к оз. Большой Чиндант. Абсолютная высота фации на вершине г. Цаган-Чолотуй 801,6 м, ширина полигон-трансекта около 100 м, протяженность 5400 м (рис. 2).

Характеристика фаций Цаган-Чолотуйского полигон-трансекта.

Вершинные фации – *литоморфно-типчак* фация (XI) расположена на вершине г. Цаган-Чолотуй, на черноземных слабообразованных глубокопромерзающих почвах на элювии конгломератов. Проглядывают щелбистые участки почвы. Для фации характерна усиленная ветровая деятельность



I–III – физико-географические области: I – Центрально-Азиатская, II – Южно-Сибирская, III – горная Байкало-Джугджурская; 1 – северная граница Центрально-Азиатской области; участки степного стационара Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН и годы мониторинга: 2 – Алкучанский Говин (1958–1960 гг.), 3 – ст. Харанор (1961–1980, 2001–2020 гг.)

Рис. 1. Географическое положение Онон-Аргунской степи (Сост. В.Б. Сочава, 1964)

Степи Юго-Восточного Забайкалья представляют самостоятельный Онон-Аргунский округ Монгольской степной провинции. Харанорская степь находится в переходной

и минимальная мощность снегового покрова. Увлажнение только атмосферное. Травостой неоднороден с проективным покрытием 30–40%. Доминируют типчак

(*Festuca lenensis*), хамеродос (*Chamaerhodos trifida*) и другие виды растений: мак оранжево-красный (*Papaver rubroaurantiacum*), горец тонкий (*Polygonum gracilis*), песчанка узколистная (*Arenaria graminifolia*), прострел раскрытый (*Pulsatilla patens*). Вершина древнего останца фация – хамеродосово-типчачковая (XVIII). Коренные породы – граниты. Почва светло-каштановая мучнисто-карбонатная слабообразованная легкосуглинистая поверхностно-защепенная. Растительность разрежена. Проективное покрытие 35%. Доминантами являются: хамеродос (*Chamaerhodos trifida*), типчак (*Festuca lenensis*), келерия (*Koeleria gracilis*). Преобладают виды: тырса (*Stipa bai-*

kalensis), вострец ложнопырейный (*Aneurolepidium pseudoagropyrum*), пажитник русский (*Trigonella ruthenica*), полынь холодная (*Artemisia frigida*), лапчатка пижмолистная (*Potentilla tanacetifolia*).

Склоновые фации – *склоновая разнотравно-тырсовая* фация (XII) на черноземно-мучнисто-карбонатных глубоковскипающих почвах и переходящих к каштановой почве, расположена в верхней и средней денудационной части склона северо-западной экспозиции, *разнотравно-тырсовая* (XIII) и *тырсово-вострецовая* (XIV) фации на каштановых мучнисто-карбонатных почвах приурочены к нижней выположенной части склона северо-западной экспозиции.

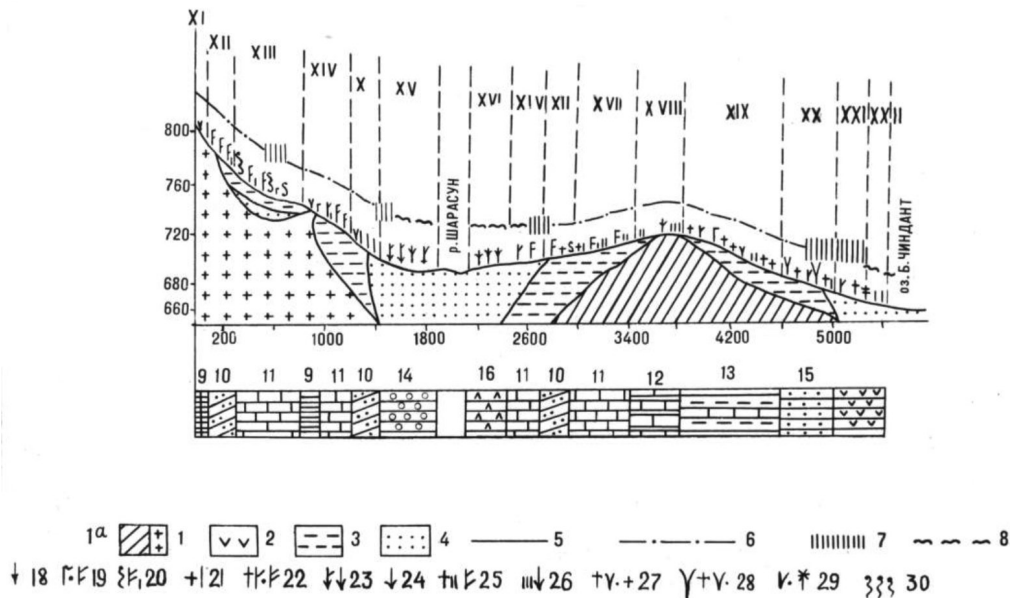


Рис. 2. Физико-географический профиль Цаган-Чолотуйского полигон-трансекта

Фации: XI–XXI; **коренные породы:** 1 – граниты палеогена, 1^a – пермские конгломераты, 2 – мелкоземистый щебнистый элювий, 3 – средние и тяжелые суглинки, сменяющиеся вверх и вниз по разрезу легкими суглинками и супесями делювиального и пролювиально-делювиального генезиса, 4 – аллювиально-пролювиальные щебнисто-галечниковые отложения и озерные осадки; **элементы рельефа:** 5 – денудационные останцы, 6 – верхние денудационные части долинного педимента, 7 – денудационно-аккумулятивные части долинного педимента, 8 – днище речной долины с аккумулятивными склонами и древняя аккумулятивная терраса; **почвы:** 9 – поверхностно-защепенный среднесуглинистый, слабообразованный глубокопромерзающий чернозем на элювии конгломератов, 10 – каштановая мучнистокарбонатная глубоковскипающая легкосуглинистая, 11 – каштановая мучнистокарбонатная обычносуглинистая, 12 – каштановая мучнистокарбонатная обычно слабообразованная поверхностно-защепенная щебнисто-среднесуглинистая, 13 – каштановая мучнистокарбонатная глубоковскипающая среднесуглинистая, 14 – луговая аллювиальная карбонатная среднесуглинистая, 15 – каштановая темновато-луговая мучнистокарбонатная обычно среднесуглинистая, 16 – луговая аллювиальная карбонатная глубоко-солончаковатая легкосуглинистая, 17 – солончак луговой сульфатно-хлоридный натриевый среднесуглинистый; **растительность:** 18 – хамеродосово-типчачковая, 19 – вострецово-тырсовая с типчаком, 20 – разнотравно-тырсовая с типчаком, 21 – келериевая с хамеродосом, 22 – тырсово-вострецовая с келерией, 23 – вострецовая с осокой, пикульником, 24 – пикульниковая с вострецом, 25 – тырсовая с келерией, змеевкой, типчаком, 26 – хамеродосовая с келерией, типчаком, 27 – вострецовая с келерией, типчаком, 28 – вострецовая с чием, келерией, 29 – вострецовая с осокой, пикульником, бескильницей, 30 – пятна солянок

Рыхлые отложения представлены делювиальными суглинками среднего и легкого механического состава. Травостой неоднородный, разреженный. Проективное покрытие составляет от 50 до 70%. Типчак (*Festuca lenensis*), тырса (*Stipa baikalensis*), вострец (*Aneurolepidium pseudoagropyrum*) и змеевка растопыренная (*Cleistogenes squarrosa*) являются доминантами. Из видов разнотравья доминируют: карагана мелколистная (*Caragana microphylla*), пажитник русский (*Trigonella ruthenica*), полынь холодная (*Artemisia frigida*), серпуха васильковидная (*Serratula centauroides*), стеллера карликовая (*Stellera chamaejasme*) и пижма сибирская (*Tanacetum sibiricum*). На склоне юго-восточной экспозиции *тырсово-типчачковая* фация (XVII), где рыхлые отложения представлены элювиально-делювиальными средними суглинками, почва каштановая. Травостой неоднородный. Проективное покрытие 30–35%. Коренные виды растительности: тырса (*Stipa baikalensis*), типчак (*Festuca lenensis*), тонконог стройный (*Koeleria gracilis*). В травостое широко распространены виды разнотравья: лапчатка бесстебельная (*Potentilla acaulis*), полынь холодная (*Artemisia frigida*), тимьян обыкновенный (*Thymus serpyllum*), цимбария даурская (*Cymbria dahurica*). Склоновые: – *келериево-вострецово-чиевая* (XIX) и *вострецово-чиевая* (XX) трансаккумулятивные фации в нижней части северо-западного и северо-восточного склонов на каштановых мучнисто-карбонатных глубококовскипающих почвах, направленных в сторону оз. Большой Чиндант. В микрорельефе выделяются отдельные бутаны, а в нижней части склона редкие куртины чия блестящего (*Lasiagrostis splendens*). Травостой сравнительно однородный, слабо Разреженный. Проективное покрытие 50–60%. На фации (XIX) доминируют келерия (*Koeleria gracilis*), вострец (*Aneurolepidium pseudoagropyrum*), чий блестящий (*Lasiagrostis splendens*). На фации (XX) почва лугово-каштановая с солончаковато-остаточными признаками луговости. Доминируют чий блестящий (*Lasiagrostis splendens*) и вострец (*Aneurolepidium pseudoagropyrum*). Из других видов для этих фаций следует отметить наличие караганы (*Caragana microphylla*), змеевки растопыренной (*Cleistogenes squarrosa*), термопсиса ланцетного (*Thermopsis lanceolata*), житняка гребенчатого (*Agropyrum cristatum*), полыни холодной (*Artemisia frigida*).

Днище речной долины – *полугидроморфные пикульниковые* фации (XV–XVI)

на луговых глубокосолончачковых почвах на надпойменной террасе правого и левого берега р. Шарасун. Поверхность сложена рыхлыми отложениями мощностью до 2 м. Почвенно-грунтовые воды прослеживаются на глубине 125 см. Увлажнение атмосферное, за счет стока и близкого залегания грунтовых вод. Травостой однородный, сильно разреженный. Проективное покрытие 40%. В травостое доминирует ирис мечевидный-пикульник (*Iris ensata*), вострец (*Aneurolepidium pseudoagropyrum*). Распространены следующие виды: житняк гребенчатый (*Agropyrum cristatum*), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale*) и хвощ полевой (*Equisetum arvense*).

Прибрежная часть, фация (XXI) песчано-галечниковая почва на луговых солончаках расположена на первой озерной террасе оз. Большой Чиндант Травостой неоднородный с разреженным покровом солянок с проективным покрытием от 30 до 70%. Часто встречаются пятна солончаков, почти целиком лишённые растительного покрова. В травостое доминируют вострец (*Aneurolepidium pseudoagropyrum*), пикульник (*Iris ensata*), полынь замещенная (*Artemisia commutata*), солянка холмовая (*Salsola collina*).

Определение микроэлементного состава геосистем проводилось общепринятыми методами [4]. Полевой метод – образцы надземной массы с площадок размером 0,25 м² отбирались методом укосов в 3–5-кратной повторности. Почва отбиралась по горизонтам до глубины 150 см. Лабораторный метод – высушенные образцы растений, доведенные до абсолютно сухого состояния, взвешивались на электрических весах (ВЛТК-500). Образцы растений подвергнуты зольному анализу и образцы почв прокаливанию в муфельной печи при температуре 450 °С. Количественный химический анализ почв (60 образцов) и золы фитомассы (198 образцов) выполнен в лицензированном химико-аналитическом центре Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН на приборе атомно-эмиссионном спектрографе ДФС-8-2 с дифракционной решеткой, где концентрации микроэлементов определялись по абсолютным почернениям аналитических линий с учетом фона. Так же определялись на спектрометрах: атомно-эмиссионном с индуктивно-связанной плазмой Optima 2000 DV и атомно-абсорбционном с прямой электротермической атомизацией проб Analyst 400 фирмы Perkin Elmer.

**Результаты исследования
и их обсуждение**

Содержание микроэлементов – Ba, Sr, Mn, Ni и Cu в фитомассе фаций полигон-трансекта, прежде всего, зависит от уровня содержания их в почве, от реакции почв, от деятельности микроорганизмов, от окислительно-восстановительного потенциала (табл. 1).

В табл. 1 даются сведения о среднем содержании химических элементов в фитомассе и почве, в фациях полигон-трансекта. Для характеристики химических особенностей фитомассы их способности к накоплению элементов судили (по отношению содержания элемента в почве к его кларку в литосфере K_1 и по отношению содержания элемента в фитомассе к среднему составу золы растений суши K_2). Содержание микроэлементов в черноземной почве, на вершине денудационных останцев фация (XI), отмечается повышенным содержанием Sr и Ba. Содержание Sr в 1,65 раза выше кларка. При описании почвенного разреза резкое содержание стронция отмечено на глубине 30–60 см в иллювиальном горизонте до 0,140%, т.е. в 4 раза выше кларка. Стронций по химическим свойствам аналогичен барий. Но барий в степных условиях стабилен, а стронций более подвижен. Среднее содержание микроэлементов в черноземной почве по отношению к кларку имеют следующий вид: Sr (1,65), Cu (0,91), Ba (0,89), Ni (0,64), Mn (0,62). Элементы Cu, Ni, Mn являются деконцентраторами щелочных условий, Ba, Sr – щелочноземельных элементов [5, 6].

Каштановые почвы луговых фаций речных долин (XV–XVI) отличаются небольшим содержанием гумуса – 1,5–2,5%, реакция почвенного раствора щелочная, при сравнении с кларками, все элементы ниже кларка, только повышенным содержанием характеризуется Sr (1,03), а пониженным Ba (0,66), Cu (0,60), Ni (0,59), Mn (0,51). Сравнивая ряды химических элементов каштановых почв Онон-Аргунской степи, с рядами каштановых почв экосистем Западного Забайкалья, наблюдаем аналогичную картину [7].

Выявлена значительная неоднородность содержания микроэлементов в фитомассе по отношению к среднему составу золы растений суши (K_2), обусловленная как биологическими особенностями фитомассы, так и эколого-геохимическими факторами биодоступности элементов по рельефу фаций. Для склоновых фаций с повышенным содержанием – Ba в 2,90, Sr в 1,75 и пониженным Cu в 0,88, Ni в 0,80, Mn в 0,71 раза. Для фаций долинно-русловых и прибрежных элементы фитомассы характеризуются в сравнении с (K_2) повышенным содержанием – Ba в 2,10, Sr в 1,75, Cu в 1,04, Mn в 1,00, а пониженным Ni в 0,80 раза. На основании выявленных различий в рядах можно сделать вывод, что фитомасса полигон-трансекта обеспечена микроэлементами, в значительно различающихся пределах – от дефицита для одних фаций и превышения уровня для других.

Таблица 1

Среднее содержание микроэлементов в почвах и в золе надземной фитомассы (% на абс. сух. вещество)

Элементы	Номера фаций Цаган-Чолотуйского полигон-трансекта									K_1
	XI	XII	XIII-XIV	XV-XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	
Содержание микроэлементов в слое почвы (0–100 см) фаций полигон-трансекта										
Барий	0,058	0,034	0,019	0,039	0,031	0,021	0,016	0,032	0,023	0,065
Стронций	0,056	0,029	0,021	0,034	0,032	0,015	0,015	0,016	0,016	0,034
Марганец	0,062	0,039	0,048	0,046	0,041	0,044	0,026	0,046	0,042	0,100
Никель	0,0037	0,0047	0,0059	0,0020	0,0023	0,0037	0,0043	0,0040	0,0038	0,0058
Медь	0,0043	0,0017	0,0021	0,0019	0,0023	0,0020	0,0020	0,0014	0,0015	0,0047
Элементы	Содержание микроэлементов в фитомассе фаций полигон-трансекта									K_2
Барий	0,034	0,022	0,020	0,019	0,012	0,073	0,065	0,040	0,024	0,010
Стронций	0,035	0,032	0,025	0,023	0,024	0,067	0,055	0,035	0,048	0,010
Марганец	0,020	0,017	0,065	0,091	0,084	0,086	0,065	0,065	0,105	0,100
Никель	0,0026	0,0026	0,0014	0,0017	0,0031	0,0021	0,0051	0,0011	0,0016	0,001
Медь	0,0046	0,0039	0,0035	0,0057	0,0042	0,0032	0,0073	0,0025	0,0047	0,005

Примечание. (K_1) кларк литосферы; (K_2) кларк – средний состав золы растений суши по Виноградову.

Таблица 2

Ряды биологического поглощения микроэлементов на Цаган-Чолотуском полигон-трансекте

Местоположение фаций	Номера фаций	Элементы и значение (K_0) фитомассы				
		1	2	3	4	5
Вершинные денудационные останцы	XI XVIII	Sr (1,42)	Ba (1,38)	Cu (1,22)	Mn (1,02)	Ni (0,69)
		Sr (4,47)	Ba (3,45)	Mn (1,95)	Cu (1,52)	Ni (0,57)
Склоновые северо-западные фации	XIII XIV	Cu (2,09)	Mn (1,73)	Sr (1,67)	Ba (1,42)	Ni (0,66)
		Cu (1,50)	Mn (1,01)	Ni (0,95)	Sr (0,74)	Ba (0,47)
Склоновые юго-восточные фации	XVII, XIX,XX	Cu (2,24)	Sr (1,81)	Mn (1,73)	Ba (1,67)	Ni (0,76)
		Cu (2,81)	Sr (2,72)	Ba (2,21)	Mn (1,81)	Ni (0,74)
Днище речной долины реч. Шарасун. Терраса оз. Большой Чиндант	XV XVI XXI	Cu (2,29)	Mn (1,51)	Sr (1,39)	Ba (1,38)	Ni (0,68)
		Cu (2,32)	Mn (1,19)	Ni (0,71)	Sr (0,63)	Ba (0,42)
		Cu (2,57)	Mn (1,54)	Ni (0,81)	Sr (0,66)	Ba (0,49)

Химические элементы по степени их накопления в золе растений составляют ряды, соответствующие рядам биологического поглощения (K_0) по А.И. Перельману:

- 1 – ряды сильного накопления ($K_0 = 10-1$) – Ca, Mg, Sr, Co, Cu;
- 2 – ряды среднего ($K_0 = 1, 0-0,1$) – Mn, Ba, Cr;
- 3 – ряды слабого накопления ($K_0 = 0,8-0,02$) – Na, Ni, Fe, Al.

Интенсивность биологического поглощения химических элементов характеризуется коэффициентом биологического поглощения (K_0) и представляет собой отношение среднего содержания данного элемента в золе фитомассы к содержанию элемента в почве, на котором обитает эта фитомасса (табл. 2).

Данные табл. 2, сгруппированные в ряды биологического поглощения (K_0), показывают степень накопления химических элементов фитомассой фаций Цаган-Чолотуского полигон-трансекта. Для вершинных останцев черноземных и горно-каштановых почв фаций (XI, XVIII) по накоплению химических элементов фитомасса относится к группе сильного накопления ($K_0 = 10-1$) и по средним данным, представлены в следующем виде – Sr (2,68), Ba (3,11), Mn (1,49), Cu (1,37). К группе слабого накопления ($K_0 = 0,8-0,02$) – относится Ni (0,63).

Для склоновых фаций (XIII, XIV, XVII, XIX, XX) по среднему содержанию в каштановых почвах, микроэлементы фитомассы выстраиваются в следующий ряд: K_0 – сильного накопления Cu (2,18), Sr (1,74), Mn (1,57), Ba (1,44) и слабого накопления Ni (0,78). В фациях на первое место выходит Cu, на последнем месте стоит – Ni. Этот дефицит Ni обусловлен качеством коренных пород – гранитоидов, характеризующихся повышенным содержанием – Na и небольшим содержанием гумуса – 1,2%.

Фации (XV, XVI, XXI) лугово-речных и приозерных надпойменных террас с солончаковой почвой характеризуются довольно высоким содержанием легко-

растворимых солей. Химический состав сульфатно-содово-хлоридный. Реакция щелочная. Количество гумуса невелико. Интенсивность биологического поглощения фитомассой составляет следующий ряд: Cu (2,39), Mn (1,41), Sr (0,89), Ba (0,76), Ni (0,73). Высоким накоплением отличаются солончаковатые почвы этих фаций – Cu, Mn и снова дефицит – Ni.

Выводы

Проведенные исследования на Цаган-Чолотуском полигон-трансекте Онон-Аргунской степи позволили на основании полученных данных выявленных различий сделать вывод по содержанию микроэлементов в почве и фитомассе:

1. Выявлена значительная неоднородность содержания микроэлементов в почве всех исследуемых фаций в сравнении с кларками литосферы (K_1), они характеризуются повышенным содержанием Sr (1,03), пониженным Ba (0,66), Cu (0,60), Ni (0,59), Mn (0,51).

2. Выявлена значительная неоднородность содержания микроэлементов в фитомассе с нормами обеспеченности (или с кларками – K_2), что выше по содержанию является Sr в 3,91 и Ba в 3,51 раза, в пределах нормы – Ni в 2,31 раза, ниже нормы Cu в 0,88, Mn в 0,72.

3. Выявлена избирательная способность (K_0) фитомассы при поглощении элементов из почвы, которые по степени накопления в фитомассе по фациям, выстраиваются в следующие ряды: фации вершинных останцев – Sr (2,68) > Ba (3,11) > Mn (1,49) >

> Cu (1,37) > Ni (0,63); склоновых фаций – Cu(2,18) > Sr(1,74) > Mn(1,57) > Ba(1,44) > Ni (0,78); лугово-речных и приозерных террас – Cu (2, 39) > Mn (1,41) > Sr (0,89) > Ba (0,76) > Ni (0,73).

Список литературы / References

1. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М.: МГУ, 2000. 768 с.

Perelman A.I., Kasimov N.S. Geochemistry of landscape. M.: MGU, 2000. 768 p. (in Russian).

2. Касимов Н.С. Экогеохимия ландшафтов. М.: И.П. Филимонов М.В., 2013. 208 с.

Kasimov N.S. Ecogeochemistry of landscapes. M.: I.P. Filimonov M.V., 2013. 208 p. (in Russian).

3. Дубынина С.С. Ландшафтно-геохимические исследования фитомассы и почв в фациях Харанорского полигон-трансекта Онон-Аргунской степи // Успехи современного естествознания. 2020. № 11. С. 62–68. DOI: 10.17513/use 37516.

Dubynina S.S. Landscape-geochemical studies of phytomass and soils in the facies of the Kharanorsky polygon-transect of the Onon-Argun steppe // Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya. 2020. № 11. P. 62–68. DOI: 10.17513/use 37516. (in Russian).

4. Титлянова А.А. Методология и методы изучения продукционно-деструкционных процессов в травяных экосистемах // Биологическая продуктивность травяных экосистем. Географические закономерности и экологические особенности. Новосибирск: ИПА СО РАН, 2018. С. 6–14. DOI: 10.31251/978-5-600-02350-5.

Titlyanova A.A. Methodology and methods of studying productive and destructive processes in grass ecosystems // Biologicheskaya produktivnost' travyanykh ekosistem. Geograficheskiye zakonomernosti i ekologicheskiye osobennosti. Novosibirsk: IPA SO RAN Novosibirsk: IPA SB RAS, 2018. P. 6–14. DOI: 10.31251/978-5-600-02350-5. (in Russian).

5. Давыдова Н.Д. Биохимическая специализация растений степных геосистем Онон-Аргунского междуречья // География и природные ресурсы. 2012. № 3. С. 93–99.

Davydova N.D. Biochemical specialization of plants of steppe geosystems of the Onon-Argun interfluvium // Geografiya i prirodnyye resursy. 2012. № 3. P. 93–99 (in Russian).

6. Kabata-Pendias A. Trace Elements in soils and Plants. Fourth Edition. Boca Raton: CRC Press. 2011. 548 p.

7. Кашин В.К., Убугунов Л.Л. Микроэлементный состав почв и степных фитоценозов Западного Забайкалья // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26. № 2 (23). С. 86–95. DOI: 10.24411/1993-3916-2020-10100.

Kashin V.K., Ubugunov L.L. Microelement composition of soils and steppe phytocenoses of Western Transbaikalia // Aridnyye ekosistemy. 2020. Vol. 26. № 2 (23). P. 86–95. DOI: 10.24411/1993-3916-2020-10100.