

УДК 581.5 (575.22)

**БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОГО КРУГОВОРОТА
ВЕЩЕСТВ В УСЛОВИЯХ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ
ТАШ-КУМЫРСКОГО КАМЕННОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

А.М. Мурсалиев, Э.Э. Эрнарарова

Рассмотрены геохимические и биогеохимические особенности биологического круговорота веществ в условиях степных и лугостепных экосистем бассейна Таш-Кумырского угольного месторождения.

Ключевые слова: миграция; экология; растения; аккумулярование; зола; микроэлементы; экосистемы; почва.

**BIOGEOCHEMICAL FEATURES OF THE BIOLOGICAL CYCLE OF SUBSTANCES
IN TERMS OF NATURAL AND MAN-MADE ECOSYSTEMS TASH-KUMYR COALFIELD**

A.M. Mursaliev, E.E. Ernazarova

The article highlights the geochemical and biogeochemical characteristics of the biological cycle of substances in the environment under the conditions of steppe and meadow steppe ecosystems Tash-Kumyr Basin coalfield.

Keywords: migration; ecology; vegetation; accumulate; plant ash; microelements; ecosystem; soil.

Еще в конце девятнадцатого века в гениальных обобщениях В.В. Докучаева [1] наука подошла к пониманию земной поверхности как единой системы экологической, к пониманию связей между явлениями природы и природной системы, к созданию учения об экологии окружающей среды. В настоящее время это учение стало теоретической основой науки о природопользовании. Современная экологическая наука требует комплексного подхода к экологическим проблемам природы, к её ресурсам и их экологическому состоянию [2].

Изучение взаимосвязей между отдельными компонентами природной среды – между организмами, атмосферой, водами, почвой и горными породами является важнейшей задачей учения об экосистеме. Связывающим экологическим звеном-элементом этих компонентов между собой Б.Б. Польнов считал миграцию химических элементов [2].

В процессе миграции химических элементов один и тот же химический элемент поглощается организмами, из них попадает в почвы и воды, потом опять поглощается организмами и т. д. Изучение миграции химических элементов в природных и техногенных экологических системах позволяет выяснить связи между отдельными его частями. В разных биогеоценозах, как природных, так и техногенных системах химические элементы мигрируют по-разному. Для одних типов биогеоценозов осо-

бенно характерны миграция и накопление железа (например, для болот), для других медь (например, для пустынь и степных сообществ), для третьих – хлор и натрий (солончаки и соляные озера) [3–6].

Верхний ярус любого биогеоценоза состоит из живого вещества и мертвых остатков органических отложений, включая тесно связанные с приземным слоем атмосферы данные сообщества. Строение этого яруса, образованного органическим веществом и количество зольных элементов, находящихся в органических соединениях, в значительной степени определяют геохимические особенности биогеоценоза. Плотность этого яруса, его мощность и распределение между надземными частями биогеоценоза, а также соотношение живого и мертвого органического вещества – весьма значительные показатели в геохимической характеристике биогеоценоза (таблица 1).

В таблицах 1 и 2 приведены некоторые показатели биологического круговорота микроэлементов.

Оценивая интенсивность биологического круговорота микроэлементов для изучаемых растительных сообществ, следует отметить, что в связи с очень незначительным превышением ежегодного прироста над опадом, количество микроэлементов, удерживаемых истинным приростом, весьма невелико и составляет 4–5 мг/га. Основными микроэлементами, удерживаемыми истинным приростом, являются марганец, медь, кобальт и молибден.

Таблица 1 – Некоторые показатели биологического круговорота микроэлементов в исследуемых сообществах

Показатель	Сухой вес фитомассы, кг/га	Содержание микроэлементов в мг/кг сухого веса			
		Cu	Co	Mo	Mn
Злаково-полынно-типчаковая степь ур. Тегене					
Надземная масса	1400,0	16,11	0,80	0,90	56,3
Опад	1300,0	0,94	0,25	0,70	50,0
Подстилка	1500,0	2,8	0,29	1,20	42,0
Корни	2100,0	10,3	1,2	1,5	150,0
Возврат микроэлементов, г/га					
Надземной массой	-	22,54	1,120	1,26	78,82
Опадом	-	1,22	0,33	0,91	65,0
Подстилкой	-	4,2	0,44	1,8	63,0
Корнями	-	216,3	25,20	31,50	3150,0

Характер органического яруса биогеоценоза определяется продолжительностью нахождения химических элементов в составе живых организмов, растений, а следовательно, скоростью биологического круговорота и характером масштаба поступления биологически поглощенных биоэлементов (на поверхность в виде надземного опада и подстилки или непосредственно в те или иные горизонты почвы с мертвыми корневыми остатками).

Глубина и характер распространения корневых систем растений имеют большое значение в формировании геохимического профиля биогеоценоза. Основная масса корней большинства травянистых растений, особенно однолетних, распространяется на глубину 1,0–9,0 см. Корни некоторых многолетников (например, полыни, астрагалов и другого разнотравья) могут достигать глубины 5,0–10 и более метров. Некоторые пустынные и степные кустарники (например, *Caraganaleucophloea-Pyrovskiaabrotanoides*, *Spireahypericifolia*, *Convolvuluspseudocantabrica*, *Halimodendronhalodendron*, *Cerasustianschanica* и др.) урочища Кызыл-Джар углубляются на 12 и более метров. Глубина распространения корней большинства кустарниковых растений пустынной и степной зоны бассейна р. Тегене лежит в пределах 3,0–8,0 метров. Следовательно, в зависимости от характера рельефа и растительных сообществ, изменяется и вертикальная амплитуда биологического круговорота веществ: от 1,0–9,5 см для однолетних растений луговых и лугово-степных сообществ в среднегорном поясе, до 10–15 м и более – в пустынно-степных сообществах, низкогорьях. Наиболее широкий размах биологического круговорота наблюдается в субальпийских закустаренных луговых сообществах.

В предгорных сообществах функционируют полупустынные и сухостепные экосистемы с ксерофильными кустарничками и кустарниками.

Корневая масса растений и их поверхность очень велики даже у травянистых однолетних растений. В горизонтах максимального распространения тонких корней происходит наиболее интенсивное биологическое поглощение одних элементов, и выделение в окружающую среду других.

Корневая система растений естественных фитоценозов района исследования характеризуется следующим образом. Проективное покрытие растительного покрова типчаво-белоземельно-полынной ассоциации (*ass. Festucavalesiaca-Artemisiaterraealbae*) составляет 50 %. *Festucavalesiaca* – овсяница валезийская в этой ассоциации имеет высоту 18 см, диаметр куста – 7 см. Основная масса корней сосредоточена на глубине 18 см, и лишь отдельные узловые корни проникают в почву до 35 см. Корневая система на передней стенке траншеи имеет форму веера. Корни, отходящие от центральных частей дернины, идут почти вертикально вниз, и глубоко проникают в почву. По мере удаления от центра к периферии корни отходят под большим углом и проникают в почву менее глубоко и самые периферийные корни почти стелятся горизонтально, и не ветвятся.

Poaarilaxa – мятлик узколистной. Высота растения 40 см, диаметр куста – 9 см. Основная масса корней сосредоточена в поверхностном горизонте. Отдельные узловые корни, отходящие от центральной части дернины, проникают в почву на глубину 70 см. Боковые корни тонкие и почти равномерно распределены на всем протяжении узловых корней.

Stipacaucasica (capillata) – ковыль кавказский, высота растения 20 см, диаметр куста – 9 см. Основная масса корней, как у мятлика узколистного сосредоточена в горизонте 0–40 см. Максимальная глубина проникновения узловых корней не превышает 70 см.

Tanacetumvulgare – пижма обыкновенная имеет высоту 12 см, диаметр куста – 15 см. Глубина

проникновения корневой системы не превышает 33 см, причем стержневой корень этого растения был отмершим уже на глубине 6 см и от него отходили почти в вертикальном направлении до 5–6 боковых корней. В нижней подземной части приподнимающегося побега образовались 8–10 придаточных корней, которые существенно не отличались от боковых корней и проникали на такую же глубину, как и боковые.

Kochiaprostrata (L) Schrad – кохия простертая имеет высоту до 7 и более см, диаметр куста – 8 и более см. Характер развития корневой системы кохии простертой существенно отличается от других субдоминирующих сопутствующих растений. Стержневой корень её проник в почву на глубину 95 см и более, затем стелился почти горизонтально на протяжении 50 и более см. Ветвление корней незначительное.

Artemisiatianschanica Krasch – полынь тяньшаньская. Высота растения 18 и более см, диаметр куста – 10–13 см, длина стержневого корня в базальной части – 0,8–0,9 см. Стержневой корень, резко сужаясь, проникает в почву на глубину 30 и более см. С глубины 5 см от него отходит один крупный боковой корень, почти вертикально направляется вниз и проникает в почву на глубину 45 см. Ветвление на всем протяжении стержневого корня довольно равномерное.

Слабое разветвление стержневого корня полыни, и даже отмирание его у пижмы обыкновенной, вероятно, связано с тем, что они более проницаемы для солей, чем корни кохии простертой. Известно, что при большей проницаемости корней в их тканях скапливается значительное количество минеральных солей, в результате чего корни с возрастом теряют свои регулирующие свойства, что приводит к ослаблению их роста и даже отмиранию.

В горизонтах распространения основной массы корней прижизненный обмен веществ происходит не так интенсивно, но зато после отмирания растения в этих горизонтах освобождаются в большем количестве элементы, заключенные в растительных остатках.

Общая длина корней в степных сообществах и соотношение массы и поверхности корней в различных горизонтах вертикального профиля могут быть использованы в качестве одной из геохимических характеристик биогеоценоза. Так, например, для типчаково-ковыльной степи на каштановых почвах эти соотношения выглядят следующим образом (таблица 2).

По данным таблицы 2, в горизонте 10–40 см в типчаково-полынной степи, где отношение поверхности корней к весу наибольшее, происходит интенсивное поглощение минеральных элементов,

а в горизонте 0–25 (с наименьшей величиной этого отношения) – их возврат был остаточным.

Таблица 2 – Распределение корней по горизонтам почвы типчаково-полынной степи

Горизонт, см	0–10	10–20	20–30	30–40	0–40
Вес корней по горизонтам по сухому весу, цн/га	94,6	34,8	15,5	6,0	150,9
Процентное содержание корней по горизонтам	62,69	23,06	10,27	3,98	100,0

Как богато-разнотравная степь, типчаково-полынное сообщество имеет довольно густой злаковый покров, обеспечивающий накопление значительного количества корней в почве. О запасе корней в почве и о распределении их по горизонтам можно судить по таблице 2.

Уменьшение веса корней в почве происходит с глубиной. Больше половины от общего количества корней имеет от 0 до 10 см, а основная масса корней заключена в верхнем слое почвы – до 20 см.

В работе [7] приведены интересные сравнения количества подземной и надземной массы растений. В случае многократного превышения веса корней над весом надземной массы, травостой может характеризоваться как жизнестойкий, достаточно приспособленный для условий своего существования. Превышение веса корней над весом надземной массы травостоя особенно благоприятно для пастбищного использования. Ценность растительности пастбищ зависит, в первую очередь, от её регенеративной способности, а это в значительной мере определяется мощностью развития корневой системы.

Таким образом, можно сделать вывод, что растения аккумулируют зольные элементы в различных частях в неодинаковой степени. Особенно много меди содержится в золе корней и наземной части полыни. У большинства злаковых растений накопление микроэлементов: меди, кобальта, молибдена, никеля, свинца, цинка незначительное. В условиях пустынных и степных сообществ горных экосистем миграция и биологический круговорот меди, никеля, кобальта, свинца, цинка в почвах ослаблены. Распределение изученных элементов по горизонтам почвы пустынных и степных сообществ одинаково.

Литература

1. Докучаев В.В. Вернадский. Переписка / В.В. Докучаев. М.: Наука, 1951.
2. Дженбаев Б.М. Биогеохимия природных и техногенных экосистем Кыргызстана / Б.М. Дженбаев, А.М. Мурсалиев. Бишкек: Илим, 2012. 404 с.

3. *Мурсалиев А.М.* Биогеохимия горных лугов бассейна реки Тюп / А.М. Мурсалиев, Ш.Т. Токомбаев, Г.А. Ниязова. Бишкек: Илим, 1986. 210 с.
4. *Мурсалиев А.М.* Биогеохимические исследования горных лугов в бассейне реки Тюп / А.М. Мурсалиев, Г.А. Ниязова, Ш.Т. Токомбаев // Известия НАН КР. 1992. № 2. С. 41–67.
5. *Мурсалиев А.М.* Районирование Кыргызстана по содержанию микроэлементов в растениях и почвах / А.М. Мурсалиев, М.М. Токомбаев // Известия НАН КР, серия биология. № 2. 1991. С. 37–45.
6. *Мухитдинов Н.М.* Эколого-морфологические особенности корневой систем растений солонцов и солонцеватых почв / Н.М. Мухитдинов. Алма-Ата: Изд. Каз. ГУ им. Аль-Фараби, 1996. С. 157.
7. *Ларин И.В.* Динамика развития луговой растительности Калининской области / И.В. Ларин, Е.П. Матвеева, И.В. Сырокамская // Тр. Бот. ин-та им. В.Л. Коморова АН СССР, серия 3. Геоботаника. Вып. 10, 1955. С. 33–57.