

## ОСОБЕННОСТИ КРУГОВОРОТА ЗОЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЕСТЕСТВЕННЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ ПРИСУЛАКСКОЙ НИЗМЕННОСТИ ДАГЕСТАНА

**М.К. Курамагомедов**

Горный ботанический сад ДНЦ РАН, РФ, г. Махачкала

В работе анализируются результаты исследований по круговороту зольных элементов в фитоценозах Присулакской низменности Дагестана. Изучение содержания зольных элементов в фитомассе степного и лугового фитоценозов позволило выявить следующие особенности. Выявлены определенные группы растений характеризующиеся высоким содержанием отдельных элементов: бобовые – *K* и *Ca*; злаки – *Si* и *K*; полынь – *K*, *Ca* и *S*; разнотравье луга и степи – *K* и *Ca*. Общим для изучаемых фитоценозов является то, что концентрация зольных элементов в подземной части выше, чем в зеленой фитомассе. Из всех элементов в корнях растений обоих фитоценозов больше содержалось *Si* и *Ca*. Возможно корневой системе принадлежит особая роль, связанная с аккумуляцией этих элементов.

Установлено, что в луговом фитоценозе зеленой фитомассой в круговорот вовлекается до 19,2 г /м<sup>2</sup>, корневой – 229,1 г/м<sup>2</sup>, а в степном соответственно –10,8 и 91,1 г /м<sup>2</sup>, что указывает на значительную роль корневых систем растений изучаемых фитоценозов в биологическом круговороте зольных элементов.

**Ключевые слова:** зольные элементы, круговорот, фитоценозы, Присулакская низменность, Дагестан, структурные части.

## ESPECIALLY CIRCULATION OF ASH ELEMENTS IN NATURAL PHYTOCENOSES OF SULAK LOWLAND IN DAGESTAN

**M.K. Kuramagomedov**

Mountain Botanical Garden of DSC RAS

The paper interpreted the results of studies on the cycling of ash elements in plant communities Sulak lowland from Dagestan. The dynamics of the content and calculated reserves of ash elements, in the structural parts of the biomass of steppe and meadow phytocenoses. It was found that the structural elements of phytomass, each of the studied phytocenoses characterized by a certain rhythm of accumulation of ash elements during the growing season. Apparently, a role played by the changing environmental conditions during the growing season and a variety of physiological needs of plants in the food items. It has been shown that certain systematic groups of plants characterized by a high concentration of the individual elements.

The conclusion is that the cycle of ash elements in the meadow phytocenosis flows more actively than in the steppe phytocenosis. Common to phytocenoses studied is that the concentration of essential mineral elements in the underground part is higher than in green phytomass, but their accumulation varies with depth.

**Keywords:** ash elements, circulation, phytocenoses, Sulak lowland, Dagestan, structural elements.

Как известно, биологический круговорот зольных элементов между почвой и растениями является основным моментом почвообразовательного процесса. В настоящее время накоплен значительный материал по изучению биологического круговорота зольных элементов в фитоценозах различных регионов страны [1–6]. Однако в Дагестане не уделяют должного внимания исследованиям такого направления. Имеются лишь работы, посвященные изучению круговорота микроэлементов в различных фитоценозах [7–11].

## Материал и методика

Целью настоящей работы является изучить особенности круговорота зольных элементов в луговом и степном фитоценозах Присулакской низменности Дагестана. Исследования проводились на территории Кизилюртовского района РД на двух стационарных площадках: разнотравно-злаково-полынная степь и разнотравно-злаковый мезофитный луг.

Почва участка сухой степи – каштановая, суглинистая незасоленная. Основными доминирующими видами участка являются *Stipa capillata*, *Koeleria cristata*, *Festuca sulcata*. Большая роль в составе травостоя принадлежит *Artemisia taurica*, а также эфемерам и эфемероидам (*Poa bulbosa*, *Medicago minima*, *Trigonella arcuata*, *Bromus mollis*. В составе разнотравья – *Salvia nemorosa*, *Achillea nobilis*, *Kochia prostrata*.

Почва участка мезофитного луга – луговая тяжелосуглинистая карбонатная. Основу травостоя лугового фитоценоза составляют: *Agropyron repens*, *Cynodon dactylon*, *Calamagrostis arundinacea*, *Bromus arvensis*, *B. japonicus*, *Medicago coerulea*, *M. sativa*, *Inula caspica*, *Iris pseudonotha*, *Plantago major*.

Надземную фитомассу учитывали укосным методом в 10-кратной повторности с площадок размером 1м<sup>2</sup>. Укосы разбирались с выделением агроботанических групп растений (злаки, полынь, разнотравье) учитывали ветошь и подстилку. Учет подземной массы проводили методом отбора почвенных монолитов с площадок размером 200 см<sup>2</sup> на глубину 0–20 и 20–40см.

Определение содержания *Si*, *K*, *Cl*, *Mg*, *P*, *S*, *Al* проведено рентген-флюоресцентным методом в Почвенном институте им. В.В. Докучаева. Полученные данные обработали статистически общепринятым методом.

## Результаты и их обсуждение

Основные физико-химические показатели почв стационарных участков приведены в табл.1.

Таблица 1

**Физико-химические показатели почв стационарных площадок  
(по данным А. Г. Истоминой)**

Глубина, см	Гумус	Сухой остаток	CaCO <sub>3</sub>	Рн (водный)	Полевая влажность, %	Фракции в мм		Гранулометрический состав
						> 0,01	< 0,01	
Каштановая суглинистая незасоленная (разр. 111)								
0-10	2,5	0,1	2,1	7,0	12,9	76,8	23,2	Суглинок легкий
22-32	1,1	0,1	1,2	7,2	10,8	63,0	37,0	Суглинок средний
44-45	1,0	0,1	2,7	8,6	12,6	45,4	54,6	Глина легкая
70-80	0,5	0,1	12,1	7,7	14,5	46,9	53,1	«
100-110	0,4	0,2	12,5	8,4	19,5	42,4	37,6	Суглинок средний
Луговая тяжелосуглинистая карбонатная (разр. 114)								
0-10	10,0	0,2	22,0	8,0	36,7	85,5	14,5	Супесь
14-24	9,6	0,2	21,0	8,3	37,6	87,9	12,1	«
35-45	5,2	0,7	29,0	8,4	32,7	84,6	15,4	«
60-70	2,7	0,4	27,0	8,4	28,3	76,8	23,2	Суглинок легкий
80-90	1,1	0,2	17,0	8,2	25,5	75,0	25,0	«
110-120	0,8	0,2	20,0	8,2	24,0	64,8	35,2	«

Данные показывают, что распределение гумуса по профилю каштановой почвы неравномерное, более 40% его приходится на верхний (0–10 см) слой, содержание гумуса невысокое (2,5%). Гранулометрический состав почвы – среднесуглинистый. Карбонаты в виде белоглазки встречаются с глубины 45–55 см, на этой же глубине отмечено и утяжеление гранулометрического состава. Рассматриваемые почвы содержат незначительное количество легкорастворимых солей по всему профилю. Сухой остаток составляет сотые доли процента. Луговая почва характеризуется высоким содержанием гумуса в верхней части профиля, что объясняется наличием дернового горизонта. Вниз по профилю содержание гумуса сначала постепенно, а затем более резко, уменьшается. Высокая карбонатность этих почв по всему профилю обусловлена гидрокарбонатным составом подпыливающих грунтовых вод.

Изучение содержания зольных элементов в фитомассе степного и лугового фитоценозов позволило выявить следующие особенности (табл. 2). Содержание *P* и *Al* в разнотравье обеих фитоценозов близко. В луговых злаках и разнотравье по сравнению со степными содержится больше *Si*, *K*, *Cl*, *Ca*, *Mg*, *S*. Установлено высокое содержание *K* для всех ботанических групп растений степного фитоценоза. Определенные группы растений характеризуются высоким содержанием отдельных элементов: бобовые – *K* и *Ca*; злаки – *Si* и *K*; полынь – *K*, *Ca* и *S*; разнотравье луга и степи – *K* и *Ca*.

Таблица 2

**Содержание зольных элементов в фитомассе естественных фитоценозов**

Структура фитомассы	Зольные элементы, г/м <sup>2</sup>							
	<i>Si</i>	<i>K</i>	<i>Cl</i>	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Al</i>
Степной фитоценоз								
Бобовые	0,0±0,0	0,1±0,0	0,0±0,0	0,1±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0
Злаки	1,0±0,0	1,5±0,5	0,3±0,0	0,4±0,1	0,2±0,1	0,2±0,1	0,2±0,0	0,1±0,1
Разнотравье	0,1±0,0	0,6±0,1	0,1±0,0	0,4±0,1	0,0±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
Ветошь	0,9±0,1	0,4±0,0	0,1±0,0	0,5±0,1	0,2±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,2±0,0
Подстилка	2,1±0,1	0,5±0,0	0,0±0,0	1,2±0,1	0,3±0,0	0,1±0,0	0,2±0,0	0,7±0,1
Полынь	0,4±0,1	2,1±0,1	0,3±0,0	1,1±0,1	0,3±0,0	0,3±0,0	0,5±0,1	0,2±0,0
Корни 0-20 см.	32,2±1,6	6,1±0,3	0,6±0,1	17,8±0,1	6,0±0,3	1,5±0,1	2,3±0,2	13,0±0,6
20- 40 см.	4,8±0,7	1,0±0,0	0,1±0,0	1,9±0,3	1,1±0,2	0,2±0,0	0,2±0,0	2,2±0,3
Луговой фитоценоз								
Злаки	4,4±0,3	3,9±0,2	1,5±0,1	1,0±0,1	0,6±0,0	0,4±0,0	0,6±0,0	0,3±0,0
Разнотравье	0,3±0,0	1,9±0,2	0,6±0,0	1,6±0,1	1,1±0,1	0,1±0,0	0,7±0,1	0,1±0,0
Ветошь	6,2±0,2	1,6±0,1	3,0±0,0	2,4±0,1	1,2±0,0	0,3±0,0	0,7±0,0	0,5±0,0
Подстилка	4,6±0,2	1,0±0,0	0,2±0,0	4,9±0,2	1,3±0,1	0,4±0,0	0,6±0,0	0,7±0,0
Корни 0-20 см	43,4±4,2	10,2±0,6	2,3±0,1	81,9±7,9	19,4±1,1	2,4±0,1	8,3±0,8	0,7±1,0
20-40 см	9,8±1,5	2,4±0,1	0,6±0,1	24,5±0,5	5,7±0,7	0,6±0,1	2,6±1,0	3,5±0,2

При переходе зеленой фитомассы в ветошь происходят значительные изменения в содержании зольных элементов. В обоих фитоценозах содержание *P*, *Al* и *S* в ветоши в меньшей степени изменяется по сравнению с зеленой фитомассой. Установлено незначительное обогащение ветоши *Si* в степном фитоценозе и физиологически важными элементами (*Ca*, *Mg*) – в луговом фитоценозе. Происходят потери из ветоши легкоподвижных элементов (*K*, *Cl*) в степном фитоценозе.

Таким образом, при переходе зеленой фитомассы в ветошь происходит обеднение одними элементами и обогащение – другими. Мы объясняем этот факт наличием двух процессов. Первый из них – реутилизация элементов растущими и активно вегетирующими органами растений. Второй процесс – выщелачивание подвижных элементов из ветоши атмосферными осадками.

Следовательно, обеднение ветоши элементами – биогенами происходит как в активном (реутилизация), так и в пассивном (выщелачивании) процессах. Что касается причины обогащения ветоши зольными элементами, то, по мнению Титляновой, Тихомировой [12], может существовать активная транслокация элементов (*Si*) в стареющие органы, хотя физиологическое значение этого процесса не ясно.

Изменение содержания зольных элементов при переходе ветоши в подстилку в изучаемых фитоценозах имеет свои особенности. В степном фитоценозе содержание *Si*, *Ca*, *Mg* и *Al* увеличивается, в то же время происходит потеря *Cl*, а содержание *K*, *P* и *S* мало изменяется. В луговом – происходит обеднение подстилки *K* и *Cl*, содержание *Ca* и *Al* возрастает. Мало изменяется содержание *Mg*, *P* и *S*. По-видимому, обеднение подстилки зольными элементами происходит в результате выщелачивания их в процессе разложения растительной массы. Относительно причины обогащения подстилки алюминием Н.И. Базилевич [1] высказала предположение о том, что этот процесс – результат воздействия гумусовых кислот на минеральную часть почвы и последующей транслокации его из почвы в подстилку. Общим для изучаемых фитоценозов является то, что содержание зольных элементов в подземной фитомассе выше, чем в зеленой фитомассе. Различие в содержании зольных элементов в корнях на различной глубине выражено сильнее. На глубине 20–40 см. содержание всех зольных элементов резко уменьшается в обоих фитоценозах. Следует отметить, что из всех элементов в корнях растений обоих фитоценозов больше всего содержится *Si* и *Ca*. На высокое содержание этих элементов указывают и другие авторы [2, 6]. Возможно, корневой системе принадлежит особая роль, связанная с аккумуляцией этих элементов.

Основываясь на количество зольных элементов в структуре фитомассы, мы попытались оценить масштабы вовлечения в биологический круговорот зольных элементов ее фракции. Так, в луговом фитоценозе зеленой фитомассой в круговорот вовлекается до 19,2 г/м<sup>2</sup> элементов, а подземной фитомассой – 229,1 г/м<sup>2</sup>, а в степном соответственно 10,8 и 91,1 г/м<sup>2</sup> (табл. 3), что указывает на значительную роль корневых систем изучаемых фитоценозов в биологическом круговороте зольных элементов.

Таблица 3

**Биологический круговорот зольных элементов в луговом и степном фитоценозах, г/м<sup>2</sup>**

Элемент	Вовлекается в биологический круговорот			
	зеленой фитомассой		корневой фитомассой	
	луг	степь	луг	степь
<i>Si</i>	4,7	1,5	53,2	37,1
<i>K</i>	5,8	4,3	12,6	7,1
<i>Ca</i>	2,1	0,6	2,9	0,6
<i>Cl</i>	2,6	2,0	106,4	19,7
<i>Mg</i>	1,7	0,5	25,2	7,1
<i>P</i>	0,5	0,6	3,0	1,6
<i>S</i>	1,3	0,8	10,9	2,5
<i>Al</i>	0,4	0,3	14,2	15,3
Сумма элементов	19,1	10,6	228,4	91,0

### Выводы

1. Круговорот зольных элементов в луговом фитоценозе протекает более активно, чем в степном фитоценозе.
2. Общим для изучаемых фитоценозов является то, что содержание зольных элементов в подземной фитомассе выше, чем в зеленой фитомассе. Возможно, корневой системе принадлежит особая роль, связанная с аккумуляцией этих элементов.
3. При переходе зеленой фитомассы в ветошь и ветоши в подстилку происходит обеднение одними элементами и обогащение другими.

## Литература (References)

1. *Bazilevich N.I.* Features of the cycle of ash elements and nitrogen in some soil and vegetation zones of the USSR // Soil science. 1955. № 4. P. 1–32. (in Russian). *Базилевич Н.И.* Особенности круговорота зольных элементов и азота в некоторых почвенно-растительных зонах СССР // Почвоведение. 1955. № 4. С. 1–32.
2. *Bazilevich N.I.* Small biological cycle of ash elements and nitrogen in a meadow-steppe and steppe soil formation // Soil science. 1958. № 12. P. 9–27. (in Russian). *Базилевич Н.И.* Малый биологический круговорот зольных веществ и азота при лугово-степном и степном почвообразовании // Почвоведение. 1958. № 12. С. 9–27.
3. *Basov V.G.* Biological productivity and cycle nutrients ecosystems on the sands of the steppe zone // Ecology. 1986. № 5. P. 3–9. (in Russian). *Басов В.Г.* Биологическая продуктивность и круговорот элементов питания биогеноценозов на песках степной зоны // Экология. 1986. № 5. С. 3–9.
4. *Vishnevskaya B.N., Chumakov Sh.A.* The biological cycle of nitrogen and mineral elements in the virgin and reclaimed southern chernozems // Proc. AN SSSR Ser. biology. 1974. №3 P. 25–32. (in Russian). *Вишневская Б.Н., Чумакова Ш.А.* Биологический круговорот азота и зольных элементов в целинных и освоенных южных черноземах // Изв. АН СССР Сер. биология. 1974. № 3 С. 25–32.
5. *Vtorova V.N., Solntseva O.N.* Circulation of chemical elements in ecosystems of upland meadows and woods // Soil science. 2001. № 11. P. 1383–1391. (in Russian). *Второва В.Н., Солнцева О.Н.* Круговорот химических элементов в экосистемах суходольного луга и леса // Почвоведение. 2001. № 11. С. 1383–1391.
6. *Penkov O.G.* The biological cycle of ash elements and nitrogen in some Biogeocenoses Kura-Araks lowlands // Soil science. 1976. № 3. P. 22–23. (in Russian). *Пеньков О.Г.* Биологический круговорот зольных элементов и азота в некоторых биогеноценозах Кура-Араксинской низменности // Почвоведение. 1976. № 3. С. 22–23.
7. *Dibirova A.P.* Balance and cycling of trace elements in natural ecosystems and agroecosystems of the Western Caspian // Materials joint scientific session PIBR and MBG of DSC RAS. "Biodiversity and management of biological resources of the East Caucasus Ecoregion " Makhachkala, 2010. P. 133–136. (in Russian). *Дибирова А.П.* Баланс и круговорот микроэлементов в агроэкосистемах и естественных экосистемах Западного прикаспия. Материалы совместной научной сессии ПИБР и Гор БС ДНЦ РАН. «Биологическое разнообразие и управление биологическими ресурсами экорегиона Восточного Кавказа» Махачкала, 2010. С. 133–136.
8. *Kuramagomedov M.K., Osmanova R.R.* The biological cycle of cobalt by virgin vegetation and cultural zone of dry steppes of Dagestan // Agrochemistry. 1988. № 3. P. 73–77. (in Russian). *Курамагомедов М.К., Османова Р.Р.* Биологический круговорот кобальта под целинной и культурной растительностью в зоне сухих степей Дагестана // Агрохимия. 1988. № 3. С. 73–77.
9. *Ramazanova N.I., Akhmedova Z.N., Dibirova A.P.* Biological features of the cycle of N, P, K, B and Mo in agrocenoze of winter wheat // South of Russia. Ecology and development. 2007. №4. P. 106–109. (in Russian). *Рамазанова Н.И., Ахмедова З.Н., Дибирова А.П.* Биологические особенности круговорота N, P, K, B и Mo в агроценозе озимой пшеницы // Юг России. Экология, развитие. 2007. № 4. С. 106–109.
10. *Salmanov A.B.* Biological productivity and performance cycle of basic food items in agrotcenoze winter wheat // In: Soil and biological resources of the southern regions of Russia. 2004. P. 66–69. (in Russian). *Салманов А.Б.* Биологическая продуктивность и показатели круговорота основных элементов питания в агроценозе озимой пшеницы // Почвенные и биологические ресурсы южных регионов России. 2004. С. 66–69.

11. *Hizroeva P.R., Ramazanov N.I., Akhmedova Z.N.* Biological cycling of trace elements in the steppe cenosis Dagestan // Biological problems and prospects of their study in the Caspian Sea region with intensive natural anthropogenic factors. Makhachkala, 1999. P. 108–112. (in Russian). *Хизроева П.Р., Рамазанова Н.И., Ахмедова З.Н.* Биологический круговорот микроэлементов в степном ценозе Дагестана // Биологические проблемы и перспективы их изучения в регионах Каспийского моря при интенсивном воздействии природных антропогенных факторов. Махачкала, 1999. С. 108–112.
12. *Titlyanova A.A., Tikhomirova N.A.* The transformation of the elementary chemical composition of the plant material in the system: green fitomassa – rags-litter // Proc. AN SSSR, Ser. biology. 1975. №15. P. 98–05. (in Russian). *Титлянова А.А., Тихомирова Н.А.* Трансформация элементарного химического состава растительного материала в системе: зеленая фитомасса – ветошь, подстилка // Изв. СО АН СССР, Сер. биология. 1975. №15. С. 98–105.