

УДК 58.009. (470.67)

БАЛАНС ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПАСТБИЩНЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ ТЕРСКО-КУМСКОЙ РАВНИНЫ

© 2017 Т.А. Асварова¹, Г.Н. Гасанов^{1,2}, К.М. Гаджиев¹, Р.Р. Баширов¹, З.Н. Ахмедова²,
А.С. Абдулаева¹

¹ Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН

² Институт экологии и устойчивого развития Дагестанского государственного университета

Статья поступила в редакцию 09.05.2017

Установлено, что накопление органического вещества, концентрация и формирование запасов калия в фитоценозах зависит от типа почвы и гидротермических условий местности. Концентрация его в зеленой фитомассе по сезонам года на светло-каштановой почве составляет 2,02-3,00%, в ветоши - 0,30-0,38, в войлоке 0,34-0,50%, в подземных органах - 0,50-0,65%. На лугово-каштановой почве и солончаке типичном отмечено незначительное снижение концентрации К, но запасы его в надземной массе снижаются существенно: в 2,7 и 3,0 раза, подземной - в 2,4 и 2,8 раза соответственно.

Ключевые слова: зеленая масса, ветошь, войлок, подземная масса, запасы, светло-каштановая почва, лугово-каштановая почва, солончак типичный

Изучение динамики формирования, транслокации фитомассы и химических элементов по блокам органического вещества полупустынных экосистем Терско-Кумской низменности является актуальным в связи с усиливающимся в последние годы деградацией пастбищных угодий и процессов опустынивания [1-2]. Исследований концентрации химических элементов в фитоценозах, в частности, калия, было немало [3-6]. Но в них приводятся данные по относительному содержанию химических элементов в вегетирующей воздушно-сухой массе, нет данных по концентрации их в других блоках органического вещества: в ветоши, войлоке, корневой массе. Поэтому не представляется возможным оценить запасы биофильных элементов в травяных экосистемах, в том числе и по основным типам почв равнины. Отмечается, что в пастбищной растительности исследуемой нами территории содержится меньше калия ($3,16 \pm 0,03$), чем на прилегающей Присулакской низменности [7-9]. Снижение его концентрации в растениях с ноября по апрель прошедшего года авторы объясняют трансформацией лугово-полюнных сообществ в эфемеро-полюнные и полные. Такое объяснение снижения концентрации калия в фитоценозах вряд ли может быть единственным, возможно играет свою роль и транслокация химических элементов по блокам органического вещества в процессе смены циклов развития растений. По мнению

некоторых исследователей на накопление химических элементов в растениях решающее влияние оказывает увлажненность территории: концентрация калия по этим данным повышается по мере уменьшения количества осадков [10, 11]. Однако в работах отечественных исследователей выявлено, что благоприятные гидротермические условия в период вегетации растений, наоборот, повышают концентрацию этого элемента в почве [12, 13].

Цель исследований: определение накопления фитомассы по блокам растительного вещества, концентрации и запасов калия в травяных экосистемах на основных типах почв Терско-Кумской равнины.

Методика исследований. Объект исследований - светло-каштановая, лугово-каштановая карбонатные солончаковые почвы и солончак типичный Кочубейской биосферной станции ПИБР ДНЦ РАН (КБС). Географические координаты расположения светло-каштановой почвы - 44,40880 с.ш. и 46,24771 в.д., лугово-каштановой - 44,40720 с.ш. и 46,24727 в.д., солончака типичного - 44,68074 с.ш. и 46,410828 в.д. Экспериментальные участки, площадью 100 м² были обнесены железной сеткой для предотвращения потрав скотом. Накопление фитомассы по блокам органического вещества учитывали по А.А. Титляновой [12]. Для анализа химического состава растений использовали надземные (зеленая масса, ветошь, войлок) и подземные части (корни) растений в период вегетации 2013-2015 гг. Содержание калия в растениях определяли с помощью капиллярного электрофореза - «Капель-105М» (в режиме определения катионов и анионов) [13].

Результаты и обсуждение. В условиях равнины наибольшую продуктивность фитоценозов обеспечивает светло-каштановая почва. На лугово-каштановой воздушно-сухой фитомассы накапливается меньше в 2,2 раза, на солончаке типичном автоморфном - в 2,6 раза (табл. 1).

Асварова Татьяна Азимовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. E-mail: tatacvar@mail.ru

Гасанов Гасан Никуевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. E-mail: nikuevich@mail.ru

Гаджиев Камил Магомедович, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник. E-mail: kamil555372@mail.ru

Баширов Рашид Радифович, младший научный сотрудник. E-mail: rakduik100@mail.ru

Ахмедова Заира Нажмутдиновна, научный сотрудник. E-mail: zaira-1945@mail.ru

Абдулаева Айшат Саидмагомедовна, научный сотрудник. E-mail: aischat55@mail.ru

Таблица 1. Накопление растительной массы в блоках органического вещества по типам почв Терско-Сулакской равнины Прикаспия (2013-2015 гг., т/га-год)

Блок органического вещества	Тип почвы		
	светло-каштановая	лугово-каштановая	солончаке типичном
зеленая масса	4,8	2,1	1,9
ветошь	5,2	2,3	1,9
войлок	4,3	1,9	1,7
вся надземная масса	14,3	6,3	5,5
вся подземная масса	83,7	38,2	30,9

Результаты и обсуждение. В условиях равнины наибольшую продуктивность фитоценозов обеспечивает светло-каштановая почва. На лугово-каштановой воздушно-сухой фитомассы накапливается меньше в 2,2 раза, на солончаке типичном автоморфном - в 2,6 раза (табл. 1).

Ветоши накапливается больше, чем зеленой массы на светло-каштановой и лугово-каштановой почвах соответственно на 4,8% и 9,5%. На солончаке типичном ее значение соответствует фотосинтезирующей массе фитоценозов. Такая динамика в накоплении ветоши на первых двух типах почв объясняется его видовым составом. На светло-каштановой почве в условиях низменности формируются два урожая фитомассы: эфемеров, в составе которых превалируют представители мятликовых (51,4% по количеству, 19,6% по массе), которые вегетируют в первой половине лета и осенью. Они представлены полевичкой малой (*Eragrostic minor* Host.), бурачком пустынным (*Alussum desertorum* Stapf.), мятликом луковичным (*Poa bulbosa* L.), мортучком восточным (*Eremopyrum orientale* (L.) (Jaub. et Spach), костром растопыренным (*Bromus squarrosus* L.), костром кровельным (*Anisantha tectorum* L.). Второй урожай формируется во второй половине лета за счет представителей разнотравья и солянок. Ветошь с этих двух урожаев за 3-4 летних месяца не успевает полностью транслонироваться в степной войлок. На лугово-каштановой почве фитоценоз представлен полынками Таврической и Лерха (37,7% по количеству, 83,7% по массе), ветошь которых медленно транслонировается в степной войлок и сохраняется до конца вегетационного периода. Этим объясняется относительно высокое соотношение зеленой массы к ветоши на этих двух типах почв по сравнению с солончаком типичным.

Согласно исследованиям многих авторов доля подземных органов в общей массе травянистых фитоценозов составляет 50-90% [13, 14]. В наших исследованиях она существенно не отличалась по типам почв - 82,2-85,5%, то есть соотношение надземной массы к подземной составило 1:5,6 - 1:6,1. Такое соотношение характерно для всех засушливых регионов мира. Но в лугово-каштановой почве корневой массы накапливается меньше в 2,2 раза, в солончаке типичном - в 2,9 раза, чем в светло-каштановой. Коррелятивные зависимости

между накоплением надземной (X) и подземной (Y) массы по типам почв в условиях полупустыни следующие: на светло-каштановой - $y = 0,6935x + 73,7823$; $r = 0,97$, $R = 0,96$; лугово-каштановой - $y = 1,1804x + 30,7254$; $r = 0,96$, $R = 0,95$; солончаке типичном - $y = 1,7925x + 21,0415$; $r = 0,97$, $R = 0,95$.

Причина снижения сборов фитомассы на лугово-каштановой почве и солончаке типичном заключается в более высокой степени их засоления и изменении типа засоления от хлоридно-сульфатного к сульфатно-хлоридному [2, 15]. Калий играют важную физиологическую роль в жизни растений. Под его влиянием увеличивается накопление крахмала, сахарозы, моносахаридов в растениях, он активизирует работу многих ферментных систем. Недостаток калия замедляет транспорт сахарозы по флоэме, что приводит к снижению продуктивности фитоценозов [16]. Концентрация калия в зеленой фитомассе на светло-каштановой почве Терско-Кумской равнины в среднем за два контрастных по гидротермическим условиям срока определения (апрель и август) составила 2,51% от сухой массы (табл. 2). В ветоши она снижается до 0,39%, в степном войлоке - до 0,42%, в подземных органах - до 0,50%. На лугово-каштановой почве и солончаке типичном отмечена тенденция к снижению этих показателей, очевидно связанное с высокой засоленностью почвы, ухудшением ее водного режима и недостаточным поступлением питательных элементов в растения [12].

Запас химических элементов в растениях в основном является интегральным показателем, состоящим из накопленной растениями фитомассы и концентрации химических элементов в этой массе. Поэтому максимальные запасы калия в надземной массе фитоценоза за вегетационный период накапливаются на светло-каштановой почве - 15,83 кг/га в год. На лугово-каштановой почве они снижаются до 6,75, на солончаке типичном - до 5,99 83 кг/га в-год или в 1,9 и 2,2 раза. В корневой массе всех исследуемых почв этот элемент накапливается больше, чем в надземной соответственно по типам почв в 2,2 раза (21,0 кг/га против 9,5 кг/га). Это достаточно высокое содержание калия, который в условиях непромывного водного режима способствует поддержанию в почвенном растворе нейтральной и слабощелочной реакции среды [17, 18].

В наших исследованиях при разложении степного войлока в почву поступило 11,7 кг/га в год калия, подземных органов - соответственно 21,7 кг/га в год. На лугово-каштановой почве показатели интенсивности потоков снижаются соответственно до 6,2 и 11,1, солончаке типичном - 5,9 и 10,7 кг/га в год. Кроме того, по данным А.А. Титляновой [18] прижизненно из корневой системы фитоценозов выделяется в почву 19,6% калия и выщелачивается из надземных органов 9-10% от потребленного из почвы количества. Эти данные превышают результаты исследований [16, 18], выполненных в Курской области, в 2,2 раза. Возможно, в рассматриваемых нами условиях полупустыни на выщелачивание из

надземной фитомассы и корневые выделения приходится больший процент этого элемента, чем в луговой степи Курской области. По этому вопросу потребуются дополнительные исследования. Свое влияние могло оказать и поступление его с осадками [19-20].

Результаты наших исследований показывают, что более высокие концентрации химических элементов на всех типах почв получены в весенний период по сравнению с августовским. Объясняется это благоприятным водным режимом почвы в этот период, способствующим интенсивному поступлению

химических элементов в растения. Снижение концентрации калия при августовском сроке определения, на наш взгляд, является следствием увеличения засоленности почвы, способствующее повышению осмотического давления почвенного раствора и торможению поступления питательных элементов в растения. Полученные данные подтверждают справедливость мнения исследователей, которые объясняют интенсивность поступления калия в растения наличием благоприятных гидро-термических условий [17, 18].

Таблица 2. Концентрации (%) и запасы (кг/га в-год) химических элементов в фитоценозах Терско-Кумской равнины по типам почв (заповедный режим использования, 2013-2015 гг.)*

Блок органического вещества	Тип почвы					
	светло - каштановая		лугово-каштановая		солончак типичный	
	концентрация	запасы	концентрация	запасы	концентрация	запасы
зеленая масса	3,00/2,02	8,24/4,16	2,90/1,94	3,29/2,5	2,70/2,06	2,84/1,28
ветошь	0,38/0,30	1,19/0,78	0,38/0,30	0,46/0,38	0,44/0,38	0,48/0,35
войлок	0,34/0,50	0,64/0,34	0,46/0,38	1,4/0,74	0,56/0,30	0,43/0,31
в подземных органах	0,65/0,50	36,1/22,0	0,56/0,40	10,0/9,70	0,48/0,20	8,73/2,57

Примечание: * - в числителе данные за апрель, в знаменателе - за август.

Снижение концентрации калия в пастбищных фитоценозах к концу вегетационного периода или к весне следующего года вызвано также оттоком (ретранслокацией) его из стареющих тканей растений во вновь создаваемые органы. По данным А.А. Титляновой [17] на ретранслокацию приходится (включая и выщелачивание из надземных органов) от 27% до 83% калия, поступившего в растения. Поэтому снижение концентрации и запасов калия в пастбищных фитоценозах с ноября по апрель предыдущего года следует объяснять не трансформацией лугово-полынных сообществ в эфемерно-полынные и полынные [7-9], а перераспределением их по блокам органического вещества в процессе смены циклов развития растений. Таким образом, достаточное содержание калия в фитомассе и его накопление в верхней части почвенного профиля является следствием полной обратимости циклов биологического круговорота этого элемента под травянистой растительностью на основных типах почв Терско-Кумской равнины Прикаспия. Не исключено также, что свое влияние на интенсивность прохождения этого процесса в экосистемах оказало поступление химических элементов с атмосферными осадками [19-20].

Выводы: в условиях Терско-Кумской равнины наибольшую продуктивность фитоценозов обеспечивает светло-каштановая почва. На лугово-каштановой почве она снижается в 2,2 раза, на солончаке типичном автоморфном – в 2,6 раза. Ветоши накапливается больше, чем зеленой массы, на светло-каштановой и лугово-каштановой почвах соответственно на 4,8% и 9,5%, на солончаке типичном столько же, сколько на фотосинтезирующей

массы фитоценозов. Соотношение зеленой массы к войлоку по всем типам почв составляет 1,1 : 1. В лугово-каштановой почве корневой массы накапливается меньше в 2,2 раза, солончаке типичном – в 2,9 раза, чем в светло-каштановой почве. Соотношение надземной массы к подземной по типам почв находится в пределах 1:5,6 – 1:6,1.

Концентрация калия в зеленой фитомассе на светло-каштановой почве составляет 2,51% от сухой массы. В ветоши она снижается до 0,39%, в войлоке – до 0,42%, в подземных органах – до 0,50%. На лугово-каштановой почве и солончаке типичном отмечена тенденция к снижению этих показателей. Максимальные запасы калия в надземной массе фитоценоза за вегетационный период накапливаются на светло-каштановой почве – 15,83 кг/га в-год. На лугово-каштановой они снижаются до 6,75, на солончаке типичном – до 5,99 кг/га в-год. В корневой массе всех исследуемых почв накапливается больше калия, чем в надземной, в 2,2 раза. При разложении степного войлока в почву поступило 11,7 кг/га в-год калия, подземных органов – 21,7 кг/га в год. На лугово-каштановой почве интенсивность потоков снижается соответственно до 6,2 и 11,1, солончаке типичном – 5,9 и 10,7 кг/га в год.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Залибеков, З.Г. Первичная биологическая продуктивность экосистем Терско-Кумской низменности Кавказа / З.Г. Залибеков, Н.А. Яруллина. – Махачкала, 1978. С. 31-35.
2. Яруллина, Н.А. Первичная биологическая продуктивность почв дельты Терека. – М.: Наука, 1983. 73 с.
3. Мирзоев, Э. М.-Р. Увеличение продуктивности пастбищ, подверженных опустыниванию земель

- методом аэрации почв / Э. М.-Р. Мирзоев, И.А. Магомедов // Кормопроизводство. 2016. №4. С. 7-10.
4. Усманов, Р.З. Использование методов фитомелиорации на деградированных пастбищах Терско-Кумской низменности / Р.З. Усманов, С.В. Осипова, М.И. Джалалова, М.А. Бабаева // Юг России: Экология, развитие. 2008. №3. С. 109-111.
 5. Загидова, Р.М. Экология смен в растительных группировках Терско-Кумской и Терско-Сулакской низменностей / Р.М. Загидова, З.Д. Бийболатова, Д.Б. Асгерова, П.А. Абдурашидова // Вестник Дагестанского государственного университета. 2015. Т. 30. Вып. 1. С. 60-65.
 6. Гамидов, И.Р. Некоторые аспекты сохранения видового состава пастбищной растительности Северо-Западного Прикаспия / И.Р. Гамидов, Н.Р. Магомедов, В.К. Сердеров // Луговедение и луговое хозяйство. 2015. №7. С. 11-15.
 7. Гиреев, Г.И. Приоритетные макроэлементы в растительности пастбищ регионов Дагестана / Г.И. Гиреев, С.Г. Луганова, Ш.К. Салихов // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2013. Т. 18, №3. С. 767-770.
 8. Гиреев Г.И. Содержание и обмен кальция и фосфора в компонентах пастбищных экосистем различных природно-климатических зон Дагестана / Г.И. Гиреев, С.Г. Луганова, Ш.К. Салихов // Известия ДагПИУ. Естественные и точные науки. 2008. №4. С. 57-61.
 9. Луганова, С.Г. Содержание макроэлементов (К, Na, Ca, P, Mg) в растительности пастбищ экологических зон Дагестана / С.Г. Луганова, Ш.К. Салихов, Г.И. Гиреев // Известия ДагПИУ. Естественные и точные науки. 2009. №4. С. 67-72.
 10. Santiago, L.S. Nutrient cycling and plant-soil feedbacks along a precipitation gradient in lowland Panama / L.S. Santiago, T.F.G. Schuur, K. Silveira // Journal of Tropical Ecology. 2005. V. 21. № 4. P. 461-470.
 11. Dijkstra, F.A. Plant and microbial uptake of nitrogen and phosphorus affected by drought using ^{15}N and ^{32}P tracers / F.A. Dijkstra, M. Heb, M.P. Johansen et al. // Soil Biology and Biochemistry. 2015. V. 82, March. P. 135-142.
 12. Титлянова, А.А. Продуктивность травяных экосистем // Биологическая продуктивность травяных экосистем. Географические закономерности и экологические особенности / Под ред. В.Б. Ильина. – Новосибирск: Наука, Сиб.отд-е, 1988. С. 109-127.
 13. Комарова, Н.В. Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза «КАПЕЛЬ» / Н.В. Комарова, Я.С. Каменцев. – СПб.: ООО «Веда», 2006. 212 с.
 14. Титлянова, А.А. Бюджет элементов питания в экосистемах // Почвоведение. 2007. №12. С. 1422-1429.
 15. Гасанов, Г.Н. Состояние и приемы восстановления продуктивности растительного покрова Терско-Кумской полупустыни / Г.Н. Гасанов, Т.А. Асварова, К.М. Гаджиев и др. // Известия Самарского научного центра РАН. 2016. Т. 18. № 2(1). С. 59-64.
 16. Tripler, C.E. Patterns in potassium dynamics in forest ecosystems / C.E. Tripler, S.S. Kaushal, G.E. Likens, M.T. Walter // Ecology Letters. 2006. No 9. P. 451-466.
 17. Kader, M. Cytosolic calcium and pH signaling in plants under salinity stress / M. Kader, S. Lindberg // Plant Signaling & Behavior. 2010. No 5(3). P. 233-238.
 18. Titlyanova, A.A. Above-ground and below-ground productivity of Central Asian steppes // Steppe Ecosystems: Dynamics, Land and Conservation /Ed.: Denise M. Germanno. Nova Science Publishers, Inc. 2012. 354 p.
 19. Titlyanova, A.A. Chemical properties of litter of forest and grassland ecosystems: transect studies in Siberia (Russia) / A.A. Titlyanova, P. Bienkovski, S.V. Shibareva // Polish J. of Ecology. 2006. V. 54. N 1. P. 53-59.
 20. Jonasson, S. Interactions between plants, litter and microbes in cycling of nitrogen and phosphorus in the arctic / S. Jonasson, J. Castro, A. Michelsen // Soil Biol. Biochem. 2006. V. 38. P. 526-532.

BALANCE OF ORGANIC SUBSTANCE AND CHEMICAL ELEMENTS IN PASTURIC PHYTOCENOSSES OF TERSKO-KUMSKAYA PLAIN

© 2017 T.A. Asvarova¹, G.N. Gasanov^{1,2}, K.M. Gadzhiev¹, R.R. Bashirov¹, Z.N. Akhmedova²,
A.S. Abdulaeva¹

¹ Pri-Caspian Institute of Biological Resources Dagestan Scientific Center RAS

² Institute of Ecology and Sustainable Development of Dagestan State University

It is established that accumulation of organic substance, concentration and formation the reserves of potassium in the phytocenoses depends on type of the soil and hydrothermal conditions of the area. Its concentration in green phytomass on seasons of year on the light chestnut soil makes 2,02-3,00%, in rags - 0,30-0,38, in felt of 0,34-0,50%, in underground bodies – 0,50-0,65%. On the meadow-chestnut soil and the saline soil typical insignificant decrease in potassium concentration is noted, but its stocks in elevated weight decrease significantly: in 2,7 and 3,0 times, underground – in 2,4 and 2,8 times respectively.

Key words: *green material, rags, felt, underground weight, stocks, light chestnut soil, meadow-chestnut soil, saline soil typical*

Tatiana Asvarova, Candidate of Biology, Senior Research Fellow. E-mail: tatavar@mail.ru; Gasan Gasanov, Doctor of Agriculture, Professor. E-mail: nikuevich@mail.ru; Kamil Gadzhiev, Candidate of Agriculture, Research Fellow. E-mail: kamil5555372@mail.ru; Rashid Bashirov, Minor Research Fellow. E-mail: pakduik100@mail.ru; Zaira Akhmedova, Research Fellow. E-mail: zaira-1945@mail.ru; Ayshat Abdulaeva, Research Fellow. E-mail: aischat55@mail.ru