

УДК 581.9: 577.118 (470.67)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТОКОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ВЕЩЕСТВА И ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (P, K, Ca) В ЛАНДШАФТАХ ВНУТРИГОРНОГО ДАГЕСТАНА

М.А. Яхияев, Ш.К. Салихов, Г.Н. Гасанов, Р.Р. Баширов, К.М. Гаджиев
Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН, РФ, г. Махачкала
pazil59@mail.ru

Определенно накопление и транслокация надземной и подземной массы растительного вещества, концентрация и запасы P, K, Ca, а также скомпенсированности их балансов в растительности пастбищных экосистем, в зависимости от приуроченности к склону южной и северной экспозиций горы Маяк Внутригорного Дагестана. Рассмотрены вопросы транслокации надземной и подземной фитомассы по фракциям растительного вещества – зеленая масса, ветошь и войлок, а также живой и мертвой массы корней в условиях заповедного содержания. В работе так же приведены данные по концентрации фосфора, калия и кальция и их запасов в фитомассе по экспозициям склонов. Выявлено, что в условиях заповедного режима на территории Внутригорного Дагестана складывается скомпенсированный баланс фосфора и кальция, а по калию он был близок к нему (95,0–97,2%).

Ключевые слова: Внутригорный Дагестан, экспозиция склона, пастбищные экосистемы, растительное вещество, фосфор, калий, кальций.

INVESTIGATION OF FLOWS OF THE VEGETABLE SUBSTANCE AND NUTRIENT ELEMENTS (P, K, Ca) IN THE LANDSCAPES OF INNER-MOUNTAIN DAGESTAN

М.А. Yakhiyayev, Sh.K. Salikhov, G.N. Gasanov, R.R. Bashirov, K.M. Gadzhiev
Prikaspiyskiy Institute of Biology Resources of DSC RAS

Define the accumulation and translocation of the aboveground and underground mass of plant matter, the concentration and reserves of nutrients P, K, Ca, as well as the compensation of their balances in the vegetation of pasture ecosystems, depending on the confinement to the southern slope and the northern exposures of Majak Mountain in Dagestan. The problems of the translocation of the aboveground and underground phytomass over the fractions of plant matter—the green mass, rags and felt, as well as the live and dead masses of the roots, into the conditions of the reserved content are considered. The work also contains data on the concentration of phosphorus, potassium and calcium and their reserves in phytomass from the exposures of slopes. It was revealed that under the conditions of the reserve regime in the territory of Inner-Mountain Dagestan, a compensated balance of phosphorus and calcium is formed, and for potassium it was close to it (95.0–97.2%).

Keywords: Inner-mountain Dagestan in the interior, slope exposition, pasture ecosystems, vegetable matter, phosphorus, potassium, calcium.

При исследовании природных сообществ важным является вопрос круговорота питательных элементов – поступление в живой организм и возвращение их в почву с ежегодным опадом или отмиранием растений [1, 2]. Изучив динамику запасов органического вещества в растительных сообществах за определенный период времени, можно дать характеристику балансов химических элементов в экосистемах.

Видовой состав, накопление, транслокация растительного вещества и баланс элементов в фитоценозах во многом определяются климатическими и эдафическими условиями произрастания растений, зависящих от территории их местообитания.

Территория Внутригорного Дагестана охватывает три ландшафтных природных пояса: горно-степной с горно-каштановыми почвами на высотных отметках 700–900 (1000) м, субальпийский лугово-степной с горными лугово-степными, горно-луговыми черноземовидными почвами на высотах 900 (1000) – 1700 (2000) м и субальпийский лугово-лесной и луговой пояс с горными бурными лесными, горными лугово-лесными скрыто-оподзоленными и горно-луговыми почвами на абсолютных отметках 1700 (1800) – 2000 (2500) м. Почвы Внутригорного Дагестана маломощные, щебнистые, среднесуглинистые. Гумуса на целинных почвах содержится от 2,5 до 12–18%, гидролизующим азотом обеспечены средне и высоко, обменным калием – средне, фосфором – низко [3].

Климат территории умеренно-холодный полувлажный, среднегодовая температура воздуха 6,1–9,8⁰С, продолжительность безморозного периода – 160–190 дней, сумма активных температур выше 10⁰С – 2000–3000, годовая сумма осадков – 400–800 мм, гидротермический коэффициент – 1,0–2,0 [3].

Благодаря достаточной влагообеспеченности и термическим ресурсам кормовые угодья исследуемой территории отличаются высокой продуктивностью, достигающей 4,9 и 6,2 т/га воздушно-сухой массы в зависимости от гидротермических условий и склоновой экспозиции [4, 5].

В Дагестане проведены исследования по изучению флоры хребтов Гимринский и Салатау [6], а также видового состава пионерных сообществ южных склонов хребта Чонкатау и сообществ аридных склонов Внутреннегорного Дагестана [7], работы по выделению высотных поясов по гипсометрическим отметкам и крутизне склонов [8, 9], а также по оценке популяционной структуры изменчивости *Acer ibericum* M. Bieb, Предгорной и Высокогорной части республики [10].

Однако в этих работах не дана динамика транслокации растительного вещества по блокам: зеленая масса-ветошь-войлок-корни. Не рассмотрены также вопросы деструкции растительного вещества, концентрации и запасов питательных элементов (P, K, Ca), скомпенсированности их балансов.

Целью нашего исследования было определение накопления и транслокации надземной и подземной массы растительного вещества, концентрации и запасов P, K, Ca, а также скомпенсированности балансов этих биофильных элементов в экосистемах северной и южной экспозиций горы Маяк Внутригорного Дагестана на высоте 2070–2100 м над уровнем моря.

Материал и методика

Экспериментальные участки расположены на гипсометрических отметках 2070–2100 м, на противоположных экспозициях склонов горы Маяк: южной (2100 м н.у.м. с уклоном 35⁰), северной (2070 м н.у.м. с уклоном 10⁰). Образцы для определения видового состава, накопления фитомассы и концентрации P, K, Ca на участках отбирались ежегодно (2015–2017 гг.) по семь раз в период с апреля по октябрь в первой декаде каждого месяца в трехкратной повторности. Продуктивность растительных сообществ определяли укосным методом, концентрация и запасы, а также скомпенсированность балансов проводили по А.А. Титляновой [11]. Определение содержания калия, кальция в растениях произведено при помощи системы капиллярного электрофореза – «Капель–105М» (в режиме определения катионов и анионов) [12]. Содержание фосфора в блоках фитомассы – методом озоления, с последующим определением на КФК–2МП [13].

Результаты и их обсуждение

На участках противоположных экспозиций (южная, северная) были заложены почвенные разрезы, для определения характеристик почв.

На северном склоне опытного участка распространены бурые лесные почвы. Разрез заложен на типичном для данной территории участке горы. Были отобраны образцы для каме-

ральной обработки и определения химического состава. Содержание валового фосфора в бурой лесной почве опытного участка (северный склон горы) составляет 0,18% в слое 0–20 см, с убыванием вниз по профилю. Глубина 0–20 см считается для данной территории продуктивным слоем, где преимущественно распространены корневая система и основные элементы питания растений. Калий – 17,3 мг/100 г почвы в слое 0–20 см. Кальция – 14,5 мг/100 г почвы в слое 0–20 см. Эти показатели для бурых лесных почв являются стандартными показателями. Содержание гумуса – 2,36%. Показатели гумуса для бурых лесных почв занижены.

На южном склоне разрез заложен на распространенном здесь типе почв – горно-луговая-дерновая. Показатели химсостава: фосфор валовой – 0,23% в слое 0–20 см. Калий – 28,5, кальций – 18,7 мг/100 гр. почвы. Содержание гумуса составляет – 4,43%. Ниже приводится характеристика растительных сообществ по склонам горы Маяк:

северный склон – клевер средний (*Trifolium medium* L.), астранция Биберштейна (*Astrantia biebersteinii* Fisch. et C.A. Mey.), подмаренник настоящий (*Galium verum* L.), горошек мышиный (*Vicia cracca* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), незабудка лесная (*Myosotis sylvatica* Ehrh. ex Hoffm.), лютик лесной (*Ranunculus propinquus* C.A. Mey.), володушка многолистная (*Vupleurum polyphyllum* Ledeb.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), первоцвет крупночашечный (*Primula macrocalyx* Bunge) и др.

южный склон – осока низкая (*Carex humilis* Leyss.), девясил британский (*Inula britanica* L.), клевер полевой (*Trifolium campestre* Schreb.), астранция Биберштейна (*Astrantia biebersteinii* Fisch. et C.A. Mey.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), ко-стер (*Bromus* L.), чертополох (*Carduus crispus* L.), одуванчик обыкновенный (*Taraxacum officinale* Wigg.), астра ложноитальянская (*Aster amelloides* L.), лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.), горошек обрубленный (*Vicia truncatula* Spreng.), незабудка лесная (*Myosotis sylvatica* Ehrh.), вейник тростниковидный (*Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth), подмаренник весенний (*Galium verum* L.), бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), лен узколистый (*Linum tenuifolium* L.), марьянник полевой (*Melampyrum arvense* L.), подорожник ланцето-видный (*Plantago lanceolata* L.).

По результатам наших расчетов вегетирующая масса составляет 7,50 кг/га·сутки на северной экспозиции и 13,64 кг сутки на южной. Всей надземной 17,25 и 25,23 кг/га·сутки фитомассы получены, соответственно, на высоте 2100 м н.у.м. Это на 14,6% больше, чем на северной экспозиции склона той же гипсометрической отметки (табл. 1).

Таблица 1. Накопление биомассы во фракциях растительного вещества по экспозициям горы Маяк Внутригорного Дагестана, кг/га сутки. n – 21

Table 1. Accumulation of biomass in fractions of plant matter on the expositions of Mount Маяк Inner-Mountain Dagestan, kg / ha day. n – 21

Фракции растительного вещества / Fractions of vegetable substance	Параметры / Parameters	Северная экспозиция / North exposition	Южная экспозиция / South exposition
Зеленая масса, G / Green mass, G	X±Sx	7,50±0,8	13,64±0,9
	CV, %	63,5	69,2
Ветошь, D / Dead grass, D	X±Sx	7,95±0,6	3,49±0,4
	CV, %	45,3	47,1
Индекс D: G / Index D:G	X±Sx	1,06±0,2	0,30±0,03
Войлок, L / Felt, L	X±Sx	1,80±0,3	8,10±0,8
	CV, %	12,7	15,4
Индекс L: D / Index L:D	X±Sx	0,23±0,03	2,32±0,2
Подземная масса, R+V / Underground mass, R+V	X±Sx	47,9±2,3	62,97±2,5
	CV, %	57,6	49,3

Полученные нами результаты не согласуются с данными других исследователей [14, 15], которые указывают на более высокую продуктивность фитоценозов именно на северной

экспозиции склонов по сравнению с южной. Данное «противоречие» мы объясняем следующими причинами:

1 – на экспериментальном участке поддерживался заповедный режим содержания пастбищ, что обеспечивает отсутствие пастбищной эрозии. Последняя в наибольшей степени характерна для южных экспозиций склонов и выражается в образовании многочисленных тропинок различной ширины и направлений, где полностью выбивается растительность. Оголенная поверхность почвы на этих тропинках дает начало процессам образования поверхностного стока и эрозии почв;

2 – проективное покрытие экспериментального участка составляет 100%, что обеспечивает полную защиту почвы от водной эрозии. Большая неоднородность горной территории, ее сильная расчлененность и разнообразие не только макроклиматических, но и микроклиматических условий создают исключительную пестроту и мозаичность в распределении биотопов и тем более микробиотопов, площади и объем которых подчас измеряются несколькими квадратными и кубическими сантиметрами [16]. К концу осени на поверхности почвы южной экспозиции склона накапливается по усредненным за годы исследования данным 3,49 кг/га сутки ветоши и 8,10 кг/га сутки степного войлока. Эта масса способствует сохранению снега на поверхности почвы более продолжительное время, чем на открытой ее части. При наступлении теплых дней температура почвы сохраняется на более низком уровне по сравнению с оголенной поверхностью почвы, следовательно, препятствует ускоренному снеготаянию и усилению эрозионных процессов. Высокая степень задерненности верхнего слоя почвы также является фактором, сдерживающим эрозию почвы. Так, масса корней на южной экспозиции склона в наших исследованиях достигала 62,97 кг/га сутки, а на северной экспозиции – 47,9 кг/га сутки;

3 – формированию высокой продуктивности фитоценоза на южном склоне, на наш взгляд, способствовало также относительно большие запасы влаги в почве: 980 м³/га в среднем, что почти на четверть больше, чем на северной экспозиции склона. Формированию их способствовала высокая каменистость почвы, которая начиналась с 40–50 см от ее поверхности. Вполне возможно, что в условиях больших перепадов ночных и дневных температур воздуха каменистость пахотного слоя почвы и нижележащая прослойка камня на указанной глубине играют роль конденсаторов парообразной влаги и увеличению ее запасов в почве.

4 – температурный режим различных экспозиций имеет значительную динамику. Так, температура воздуха на склоне южной экспозиции по сравнению с ровной поверхностью почвы увеличивается на 4,5–5,8⁰С, на склоне северной снижается на 4,5–5,2% [17]. Таким образом, лимитирующим фактором функционирования изученных фитоценозов является температура. Кроме того на пологих склонах северных экспозиций, может дольше задерживаться снег и талая вода, соответственно и более поздние сроки начала вегетации и раннее его завершение.

Полученные нами данные подтверждают справедливость положения, высказанного многими авторами [18, 19] о том, что величина продукции является функцией, в первую очередь, тепла и влагообеспеченности. Именно высокие температуры воздуха и достаточная обеспеченность влагой способствовали достижению лучших показателей по накоплению надземной фитомассы на южной экспозиции склона по сравнению с северной.

Данные по накоплению надземной и подземной фитомассы (табл. 1) показывает, что по мере увеличения гипсометрических отметок увеличивается отношение ветоши к зеленой массе в 1,6 раз (северная экспозиция). Однако, по фактору накопления войлока в данных экологических условиях наблюдается обратная картина. Доля его имеет самые низкие значения на максимальных гипсометрических отметках (2100 м) – 15,5–16,9% от всей надземной массы. Максимальные значения относятся к южной экспозиции.

Анализируя полученные данные, можно заметить, что транслокация растительного вещества из блока «зеленая масса» в блок «ветошь» усиливается по мере увеличения гипсометрических отметок и соответственного улучшения водного режима почв. Максимальные значения при этом получены на южной экспозиции склона.

Надо отметить, что влагообеспеченность естественных фитоценозов по экспозициям склонов находились в пределах оптимальных величин – 73–78% НВ. Мы полагаем, что в интенсификации процессов транслокации органического вещества из зеленой массы в ветошь, в последующем в войлок, первостепенное значение имеет термический фактор, поскольку с увеличением среднемесячной температуры воздуха за период вегетации естественного фитоценоза по экспозициям склонов, доля войлока в общей надземной массе увеличивается в среднем на 10,2% (с 16,2 до 26,4%).

Накопление корневой массы фитоценозов по экологическим условиям в фитомассе по экспозициям склонов составляет 78,4–78,9%.

Средние показатели концентрации элементов в растениях в целом соответствует накопленному урожаю фитомассы на территории наших исследований.

Наибольшую концентрацию в фитомассе имеет химический элемент калий – 2,01–2,03%, кальция содержится меньше в среднем в 4,56 раза, фосфора – в 11,8 раза. В остальных блоках органического вещества максимальное процентное содержание отмечено по кальцию: в ветоши в среднем 0,43, войлоке – 0,49, в подземных органах – 1,21. В подземных органах концентрация фосфора меньше, чем в надземной, в 1,5 раза, калия – в 1,8 раза, кальция, наоборот, больше в 1,6 раза (табл. 2).

Таблица 2. Концентрация минеральных элементов в фитомассе по экспозициям горы Маяк Внутригорного Дагестана, % в сухой массе
Table 2. Concentration of mineral elements in the phytomass according to the exposures of Mount Mayak in Dagestan, % in dry mass

Фракции растительного вещества / Fractions of vegetable substance	Элементы / Elements	X±Sx	
		Северная экспозиция / North exposition	Южная экспозиция / South exposition
Зеленая масса, G / Green mass, G	Фосфор / P	0,17±0,02	0,18±0,02
	Калий / K	2,01±0,3	2,03±0,3
	Кальций / Ca	0,44±0,02	0,45±0,02
Ветошь, D / Dead grass, D	Фосфор / P	0,05±0,003	0,06±0,003
	Калий / K	0,40±0,02	0,41±0,03
	Кальций / Ca	0,43±0,02	0,49±0,02
D : G	Фосфор / P	0,32±0,03	0,31±0,02
	Калий / K	0,15±0,02	0,15±0,03
	Кальций / Ca	1,06±0,3	1,06±0,2
Войлок, L / Felt, L	Фосфор / P	0,11±0,02	0,11±0,03
	Калий / K	0,48±0,03	0,43±0,03
	Кальций / Ca	1,16±0,4	1,13±0,2
L : D	Фосфор / P	1,76±0,3	1,81±0,3
	Калий / K	1,23±0,3	1,13±0,2
	Кальций / Ca	1,89±0,4	2,03±0,3
В подземных органах, R+V / In the underground organs, R+V	Фосфор / P	0,8±0,03	0,9±0,04
	Калий / K	0,50±0,03	0,53±0,03
	Кальций / Ca	1,21±0,4	1,19±0,2

Максимальные запасы фосфора в надземной массе фитоценоза за вегетационные периоды накапливаются на южной экспозиции склона – 8,4 и 9,6 кг/га – на северной. Запасы калия в надземной фитомассе исследуемых участков в среднем превышают запасы фосфора по всем экспериментальным участкам в 6,2 раза. При этом, максимальные значения, как и в случае с фосфором, получены в Внутригорном Дагестане – 69,6 кг/га. Кальция в надземной массе фитоценозов накапливается в среднем в 32,9 кг/га, или в 6,3 раза больше фосфора и в 1,3 раза меньше, чем калия. Запасы его в фитоценозе составляют в среднем за годы исследований и по экспозициям склонов 57,1 кг/га (табл. 3).

Таблица 3. Запасы минеральных элементов в фитомассе по экспозициям горы Маяк Внутригорного Дагестана, кг/га
Table 3. Reserves of mineral elements in the phytomass according to the exposures of Mount Mayak in the Dagestan, kg / ha

Фракции растительного вещества / Fractions of vegetable substance	Элементы / Elements	X±Sx	
		Северная экспозиция / North exposition	Южная экспозиция / South exposition
Зеленая масса, G / Green mass, G	Фосфор / P	1,27±0,4	2,45±0,3
	Калий / K	15,07±1,1	27,68±1,4
	Кальций / Ca	3,3±0,4	6,13±0,3
Ветошь, D / Dead grass, D	Фосфор / P	0,39±0,02	0,21±0,03
	Калий / K	3,18±0,3	1,43±0,4
	Кальций / Ca	3,41±0,4	1,71±0,3
Войлок, L / Felt, L	Фосфор / P	0,19±0,3	0,89±0,8
	Калий / K	0,86±0,3	3,48±0,7
	Кальций / Ca	2,08±0,4	9,15±0,7
В подземных органах, R+V / In the underground organs, R+V	Фосфор / P	38,3±1,4	56,67±1,8
	Калий / K	23,95±1,3	33,37±1,4
	Кальций / Ca	57,95±1,6	74,93±1,8

Средние запасы химических элементов в корневой массе гораздо больше, чем в надземной. Так, этого элемента накапливается в надземной массе 9,0 кг/га, в корневой массе – 33,5 кг/га. Запасы калия в подземной массе превышают показатели в надземной части фитоценозов в 2,3 раза (99,7 кг/га против 43,1 кг/га) кальция – в 7,1 раз (233,1 кг/га против 32,9 кг/га).

С учетом приведенных выше данных нами составлены балансы фосфора, калия и кальция в биогеоценозах (табл. 4).

Таблица 4. Баланс минеральных элементов (P, K, Ca) в фитоценозах Внутригорного Дагестана, кг/га
Table 4. Balance of mineral elements (P, K, Ca) in phytocenoses of Dagestan in the interior of the mountain, kg / ha

Транслокация растительного вещества по фракциям / Translocation of vegetable substance by fractions		Фосфор / P	Калий / K	Кальций / Ca
Всего потреблено из почвы / The total consumption from the soil		<u>29,3</u> 34,4	<u>186,0</u> 223,9	<u>354,5</u> 416,3
Перешло из / Moved from	подземных органов в надземные / underground organs to overground	<u>0,3</u> 0,3	<u>45,0</u> 430	<u>15,0</u> 14,0
	надземных органов в подземные / overground organs to underground	<u>0,0</u> 0,0	<u>8,2</u> 7,5	<u>0,0</u> 0,0
Закреплено в ветоши / Fixed in dead grass		<u>1,9</u> 2,1	<u>11,7</u> 13,7	<u>13,6</u> 15,4
Возвращено в почву / Return in the soil	выщелочено из надземных органов / leached from overground organs	<u>1,6</u> 1,6	<u>20,2</u> 20,2	<u>0,0</u> 0,0
	выделено прижизненно из подземных органов / secretion from underground organs intravital	<u>1,8</u> 1,8	<u>14,0</u> 14,0	<u>12,0</u> 15,0
	при разложении войлока / at decomposition of felt	<u>3,5</u> 3,7	<u>13,8</u> 14,0	<u>33,2</u> 34,6
	при разложении подземных органов / at decomposition of underground organs	<u>21,5</u> 25,6	<u>126,5</u> 151,0	<u>299,7</u> 358,2
Всего / In total		<u>28,4</u> 32,7	<u>174,5</u> 199,2	<u>344,9</u> 407,8

Примечание. В числителе – северная экспозиция, в знаменателе – южная экспозиция.
Note. In the numerator – the northern exposure, in the denominator – the southern exposure.

При расчетах количества химических элементов, выщелоченных из надземных органов фитоценозов, и прижизненных выделений из подземных органов нами приняты данные А.А. Титляновой [11].

Полученные нами результаты исследований показывают, что баланс калия, в приходную часть которого включено количество элемента, закрепленного в ветоши и возвращенного в почву, складывается скомпенсированный итог.

Выводы

Высокая продуктивность пастбищ на южной экспозиции склона обусловлена заповедным режимом их использования, то есть, не допускалось стравливание фитоценозов животными, что обеспечивает отсутствие пастбищной эрозии. В наибольшей степени характерна для южных экспозиций склонов, что выражается в образовании многочисленных тропинок различной ширины и направлений, где полностью выбивается растительность. Оголенная поверхность почвы на этих тропинках дает начало образованию поверхностного стока и эрозии почв, которая усиливает свое разрушительное действие, начиная от верхней части склона, по мере накопления массы дождевой воды, что на нашем участке не наблюдались. Проектное покрытие экспериментального участка составляет 100%, что обеспечивало дополнительную защиту почвы от водной эрозии в летнее время. На почве южной экспозиции склона накапливается за годы исследований 3,49 кг/га сутки ветоши и 8,10 кг/га сутки войлока, что способствует сохранению снега на почве более продолжительное время, чем на открытой ее части. В весенний период температура почвы сохраняется на более низком уровне по сравнению с оголенной поверхностью ее, что препятствует ускоренному снеготаянию и усилению эрозионных процессов, смыву почвы с оттаявшей поверхности, что имеет место на оголенной поверхности склона, подвергшейся пастбищной эрозии. Степень задерненности верхнего слоя является фактором, сдерживающим эрозию почвы. Здесь, масса корней на южной экспозиции склона в наших исследованиях достигала 62,97 кг/га сутки, а на северной экспозиции – 47,9 кг/га сутки. Почва, с развитой корневой системой растений, меньше подвергается эрозии, чем при отсутствии поддержки. Немаловажное значение имеет и почвенная влага, один из факторов, формирующая ее урожайность. В нашем случае формированию высокой продуктивности фитоценоза на южном склоне способствовали большие запасы влаги в почве – 980 м³/га, что больше, чем на северной экспозиции склона. Высокая каменистость почвы, которая начиналась с 40 см от ее поверхности, способствовала формированию урожайности, которая играет роль конденсатора парообразной влаги и способствующая увеличению ее запасов в почве.

По результатам исследований выявлены факторы формирования и накопления фитомассы во Внутригорном Дагестане на отметке 2070–2100 м. Выявлены концентрация и запас фосфора, калия, кальция в структуре растительного вещества – надземной и подземной фитомассы на склонах северной и южной экспозиции горы Маяк. Установлено, что в условиях заповедного режима использования пастбищ на обеих экспозициях склона складывается скомпенсированный баланс фосфора и кальция, а по калию он был близок к нему (95,0–97,2%).

Благодарности

Работа поддержана грантом ОБН РАН «Биологические ресурсы России».

Литература

1. *Базилевич Н.И., Титлянова А.А.* Биологический круговорот на пяти континентах: азот и зольные элементы в природных наземных системах. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. 381 с.

2. *Родин Л.Е., Базилевич Н.И.* О круговороте зольных элементов и азота в некоторых пустынных биогеоценозах // Ботанический журнал, 1995. Т. 40. № 1. С. 3–10.
3. *Баламирзоев М.А., Мирзоев Э.М.-Р., Аджиев А.М., Муфараджев К.Г.* Почвы Дагестана. Экологические аспекты их рационального использования. Махачкала: Дагестанское книжное издательство, 2008. 336 с.
4. *Гасанов Г.Н., Салихов Ш.К., Гаджиев К.М., Гимбатова К.Б., Шайхалова Ж.О.* Видовой состав и продуктивность растительных сообществ Среднегорной подпровинции Дагестана // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки, 2015. № 3 (32). С. 31–35.
5. *Гасанов Г.Н., Салихов Ш.К., Гаджиев К.М., Маллалиев М.М., Шайхалова Ж.О., Гимбатова К.Б.* Видовой состав и продуктивность луговых фитоценозов горы Маяк (Гунибское плато, Республика Дагестан) // Растительные ресурсы, 2016. Т. 52. № 2. С. 214–224.
6. *Солтанмурадова З.И., Балаева М.Н.* Анализ кавказского эндемизма хребтов Гимринский и Салатау (Восточный Кавказ) // Юг России: экология, развитие, 2009. № 2. С. 50–54.
7. *Асадулаев З.М., Маллалиев М.М., Садыкова Г.А.* Флористические и структурные особенности пионерных и демутиационных сообществ нарушенных известняковых склонов Дагестана // Вестник ДНЦ, 2013. № 51. С. 80–85.
8. *Абдулжалимов А.А., Атаев З.В., Братков В.В.* Современные климатические изменения высокогорных ландшафтов Северо-Восточного Кавказа // Известия Дагестанского государственного педагогического университета: Естественные и точные науки, 2015. № 3. С. 86–94.
9. *Атаев З.В., Братков В.В., Гаджимурадова З.М.* Геоморфологическая дифференциация ландшафтных поясов Дагестана // Мониторинг. Наука и технологии, 2013. № 4. С. 7–10.
10. *Залибеков М.Д.* Эколого-биологические особенности *Acer ibericum* Weib. в Дагестане // Современные проблемы науки и образования, 2015. № 3. С. 569.
11. *Титлянова А.А.* Продуктивность травяных экосистем // Биологическая продуктивность травяных экосистем. Географические закономерности и экологические особенности / Под ред. В.Б. Ильина. Новосибирск, 1988. 134 с.
12. *Комарова Н.В., Каменцев Я.С.* Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза «КАПЕЛЬ» СПб.: ООО «Веда», 2006. 212 с.
13. *Б.А. Ягодин, И.П. Дерюгин.* Практикум по агрохимии М.: Агропромиздат, 1987. 512 с.
14. *Белолюбцев А.И.* Агроклиматическая оценка продуктивности фитоценозов на склоновых землях // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии, 2010. № 4. С. 52–61.
15. *Братков В.В.* Пространственно-временная структура ландшафтов Большого Кавказа. Дисс. ... докт. геогр. наук. Ростов-на-Дону, 2002. 335 с.
16. *Волков И.В.* Связь эпиморфологического строения высокогорных растений с объемом реализованной экологической ниши и стратегиями существования в определенных экологических условиях // Вестник ТГПУ, 2012. Вып. 7 (122). С. 132–138.
17. *Калашников К.Г., Хлопук М.С., Акимов А.Ю.* Адаптивная система земледелия и производство кормов // Кормопроизводство, 2006. № 11. С.2–4.
18. *McGuire A.D., Sitch S., Apps M.* Environmental variation, vigintion distribution, carbon dynamics and water / energy exchange at high latitudes // J. Veg. Sci., 2002. Vol. 13. P. 301–314.
19. *Pan Y., McGuire A.D., Melillo J.M.* A biogeochemistry – based dynamics vegetation model and its application along a moisture gradient in the continental United States // J. Veg. Sci., 2002. Vol. 13. P. 369–382.

Referencens

1. *Bazilevich N.I., Titlyanova A.A.* The biological cycle on five continents: nitrogen and ash elements in natural terrestrial systems. Novosibirsk: SB RAN, 2008. 381 p.
2. *Rodin L.Ye., Bazilevich N.I.* About the circulation of ash elements and nitrogen in some desert biogeocenoses // Bot. Zhurn., 1995. Vol. 40. No. 1. P. 3–10.

3. *Balamirzoev M.A., Mirzoev E.M.R., Adzhiev A.M., Mufarajev K.G.* Soil of Dagestan. Ecological aspects of their rational use. Makhachkala: Dagestan Book Publishers, 2008. 336 p.
4. *Gasanov G.N., Salikhov Sh.K., Hajiyevev K.M., Gimbatova K.B., Shaykhalova Zh.O.* Species composition and productivity of vegetative communities of the Middle Dnepr subprovince of Dagestan // *Izvest. Dag. gos. ped. univ. Estestv. i tochniye nauki*, 2015. No. 3 (32). P. 31–35.
5. *Gasanov G.N., Salikhov Sh.K., Hajiyevev K.M., Mallalliev M.M., Shaikhalova Zh.O., Gimbatova K.B.* Species composition and productivity of meadow phytocenoses of Mount Mayak (Gunibskoe Plateau, Republic of Dagestan) // *Rast. res.*, 2016. Vol. 52. No. 2. P. 214–224.
6. *Soltmuradova Z.I., Balaeva M.N.* Analysis of the Caucasian endemism of the Gimrinsky and Salatau ridges (Eastern Caucasus) // *South of Russia: ecology, development*, 2009. No. 2. P. 50–54.
7. *Asadulayev Z.M., Mallalliev M.M., Sadykova G.A.* Floristic and structural features of pioneer and demutational communities of disturbed limestone slopes of Dagestan // *Vestnik DNC*, 2013. No. 51. P. 80–85.
8. *Abdulzhalimov A.A., Atayev Z.V., Bratkov V.V.* Modern climatic changes in high–mountainous landscapes of the North–Eastern Caucasus // *Izvest. Dag. gos. ped. univ. Estestv. i tochniye nauki*, 2015. No. 3. P. 86–94.
9. *Ataev Z.V., Bratkov V.V., Gadzhimuradova Z.M.* Geomorphological differentiation of landscape belts of Dagestan // *Monitoring. Science and technology*. 2013. No. 4. P. 7–10.
10. *Zalibekov M.D.* Ecological and biological features of *Acer ibericum* Beib. in Dagestan // *Modern problems of science and education*, 2015. No. 3. P. 569
11. *Titlyanova A.A.* Efficiency of grass ecosystems // *Biological productivity of grass ecosystems. Geographical regularities and ecological features* / Ed. V.B. Ilyin. Novosibirsk, 1988. 134 p.
12. *Komarova N.V., Kamentsev Ya.S.* Practical guidance on the use of capillary electrophoresis systems "Kapel" SPb.: OOO "Veda", 2006. 212 p.
13. *Yagodin, I.P., Deryugin.* Workshop on agrochemistry / M.: Agropromizdat, 1987. 512 p.
14. *Belolubtsev A.I.* Agroclimate assessment of the productivity of phytocenoses on sloping lands // *Izv. Timiryaz. Selsk. Acad.*, 2010. No. 4. P. 52–61.
15. *Bratkov V.V.* Spatial-temporal structure of the landscapes of the Greater Caucasus. Diss. ... Doct. geogr. sciences. Rostov-on-Don, 2002. 335 p.
16. *Volkov I.V.* Relationship of the epimorphological structure of alpine plants with the volume of the realized ecological niche and existence strategies under certain ecological conditions // *Bulletin of TSPU*. 2012. Issue 7 (122). P. 132–138.
17. *Kalashnikov KG, Khlopyuk M.S., Akimov A.Yu.* Adaptive system of farming and production of feeds // *Kormoproizvodstvo*, 2006. No. 11. C.2–4.
18. *McGuire A.D., Sitch S., Apps M.* Environmental variation, vegetation distribution, carbon dynamics and water / energy exchange at high latitudes // *J. Veg. Sci.*, 2002. Vol. 13. P. 301–314.
19. *Pan Y., McGuire A.D., Melillo J.M.* A biogeochemistry – based dynamics vegetation model and its application along a moisture gradient in the continental United States // *J. Veg. Sci.*, 2002. Vol. 13. P. 369–382.