

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 574.4(470.67)

**КОНЦЕНТРАЦИЯ, ТРАНСЛОКАЦИЯ И БАЛАНС ФОСФОРА
В ТРАВЯНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ПОЛУПУСТЫННЫХ ЛАНДШАФТОВ
СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ¹**

© 2019 г. Г.Н. Гасанов***, Т.А. Асварова*, К.М. Гаджиев*, Р.Р. Баширов*,
З.Н. Ахмедова*, А.С. Абдулаева*, Ш.К. Салихов*

*Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН
Россия, 367025, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, д. 45. E-mail: nikuevich@mail.ru

**Институт экологии и устойчивого развития Дагестанского государственного университета
Россия, 367000, г. Махачкала, ул. Дахадаева, д. 21. E-mail: dagecolog@rambler.ru

Поступила в редакцию 06.02.2018. После доработки 22.09.2018. Принята к публикации 12.11.2018.

Приведены результаты исследований по накоплению и транслокации фитомассы по блокам растительного вещества, концентрации, запасам и балансу фосфора. Исследования проведены в травяных экосистемах на светло-каштановой и лугово-каштановой почвах и солончаке типичном, представляющих значительную часть территории Северо-Западного Прикаспия.

Ключевые слова: видовой состав, накопление фитомассы, транслокация, растительное вещество, блоки, концентрация фосфора, запасы, баланс.

DOI: 10.24411/1993-3916-2019-10054

Пастбищные экосистемы Северо-Западного Прикаспия функционируют в условиях аридного климата, характеризуются высокой степенью дефлированности и засоленности почвенного покрова, подверженностью антропогенной нагрузке. Почвы низменности бедны гумусом – 1.0-1.5% (за исключением луговых почв, прилегающих к прибрежным ландшафтам) и основными элементами питания растений, имеют неблагоприятный водно-солевой режим и, как следствие этого, низкую продуктивность – 5-8 ц/га (Яруллина, 1983; Усманов, 2009). Однако такая продуктивность не полностью отражает возможности фитоценозов, поскольку в приведенных данных учитывается продуктивность только фотосинтезирующей части надземной массы без учета ветоши и степного войлока.

Исследования элементного состава биомассы фитоценозов, в частности концентрации фосфора, проведены многими авторами (Яруллина, 1983; Абдулгалимов, 1986; Залибеков, 2000; Баламирзоев и др., 2008; Саидов, 2009). В них приводятся результаты по относительному содержанию фосфора и других химических элементов в воздушно-сухой надземной массе (в сене), но нет данных по концентрации их в других блоках растительного вещества: в ветоши, войлоке, живой и мертвой массе корней. Отсутствие этих данных не позволяет оценить баланс фосфора в фитоценозах основных типов почв Северо-Западного Прикаспия.

Целью данного исследования является определение факторов формирования, объемов накопления и транслокации фитомассы по блокам растительного вещества, баланса фосфора в травяных экосистемах на основных типах почв в зависимости от гидротермических условий Северо-Западного Прикаспия.

Объекты и методы исследования

Объектами исследований были: солончак типичный солонцеватый легкосуглинистый, светло-каштановая карбонатная солончаковая, сильно солонцеватая супесчано-пылеватая и лугово-каштановая карбонатная солончаковая, легкосуглинистая почвы на карбонатных суглинках Кочубейской биосферной станции Прикаспийского института биологических ресурсов Дагестанского

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН 1.21«Биологическое разнообразие природных систем. Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга».

научного центра РАН (ПИБР ДНЦ РАН). Географические координаты расположения экспериментальных участков, содержание гумуса и основных питательных элементов в почвах, тип и степень их засоленности, гидротермические условия, а также методика их определения приведены в ранее опубликованных работах (Гасанов и др., 2014, 2017). Суточное накопление растительной массы фитоценозов и фосфора, их транслокация по блокам (зеленая масса, ветошь, степной войлок, живые и мертвые корни), а также расчет баланса этого элемента в экосистемах проводились по А.А. Титляновой (1988). Расчет проводится на безморозный период года, в течение которого вегетирует естественный фитоценоз. Средняя продолжительность этого периода за 2011-2015 гг. на Терско-Кумской равнине составила 288 дней.

Результаты и обсуждение

Основной характеристикой экосистемы, которая обеспечивает прохождение биологического круговорота веществ и энергии в природе, является растительное вещество, созданное за единицу времени на единице площади. При расчетах запасов питательных элементов в фитоценозах, деструкции фитомассы и последующего их потребления растениями для создания новой продукции, учитывается транслокация по блокам растительного вещества. В условиях равнины относительно высокой продуктивностью отличается светло-каштановая почва, на которой воздушно-сухой фитомассы собрано больше, чем на лугово-каштановой, в 2,4 раза (табл. 1). Специфику такого снижения мы рассмотрели в ранее опубликованных статьях (Гасанов и др., 2014, 2017).

Таблица 1. Накопление надземной и подземной фитомассы (кг/га сутки) в блоках растительного вещества по типам почв Северо-Западного Прикаспия, 2011-2016 гг.,.

Блок органического вещества	Тип почвы								
	Светло-каштановая			Лугово-каштановая			Солончак типичный		
	M±m	S*	V**, %	M±m	S	V, %	M±m	S	V, %
Зеленая масса	9.2±0.18	1.05	11.4	3.8±0.14	0.64	16.8	3.4±0.1	0.42	12.3
Ветошь	14.4±0.24	1.46	10.2	6.2±0.11	0.56	9.03	5.2±0.16	0.82	15.7
Войлок	9.1±0.14	0.84	9.23	2.7±0.1	0.25	9.26	2.8±0.1	0.26	9.28
Вся надземная масса	32.7			12.7			11.4		
Живая подземная масса	110.4±0.8	3.9	3.53	48.3±1.06	5.32	11.0	42.2±0.72	3.61	8.55
Мертвая подземная масса	82.6±0.7	3.43	4.15	37.2±0.6	2.96	7.96	32.5±0.6	2.69	8.27
Вся подземная масса	193.0			83.5			71.0		
Вся фитомасса	225.7			96.2			82.4		

Примечания к таблице 1: *S – стандартное отклонение; **V – коэффициент вариации.

На солончаке типичном автоморфном продуктивность фитоценоза снижается еще больше – в 2.7 раза. Для этого типа почвы характерна комплексность, когда совершенно бесплодные солончаковые пятна на низинах чередуются с бугорками, занятыми растительностью, причем не только галофитами, но и представителями семейства мятликовых (злаковых) – мортуком пшеничным (*Eremopyrum triticeum* (Gaertn.) Nevski), свиноем пальчатым (*Cynodon dactylon* (L.) Pers), ячменем заячьим (*Hordeum leporinum* Link.), житняком пустынным (*Agropyron desertorum* Fisch. ExLin. Schult), костром японским (*Bromus japonicas* Thunb.), мятликом луковичным (*Poa bulbosa* L.), костром растопыренным (*Bromus squarrosus* L.), костром кровельным (*Anisantha tectorum* L.), полевичкой малой (*Eragrostic minor* Host.).

Из исследуемых блоков растительного вещества (в воздушно-сухом состоянии) на всех типах почв ветоши накапливается больше, чем зеленой массы в 1.5-1.6 раза. Данный факт объясняется тем, что к концу мая-начало июня сохраняются прошлогодние запасы ветоши, к которым прибавляется еще часть ветоши, которая образовалась после завершения вегетации эфемеров текущего года.

Обнаружена прямая корреляция между урожайностью зеленой массы (Y), которая представлена эфемерами: полевичка малая (*Eragrostic minor* Host.), бурачок пустынный (*Alussum desertorum* Stapf.), мортук восточный (*Eremopyrum orientale* L.), костер растопыренный (*Bromus squarrosus* L.), костер кровельный (*Anisantha tectorum* L.), и ветошью (x), формируемой фитоценозом к концу вегетационного периода. Они характеризуются следующими уравнениями линейной регрессии на:

$$\text{светло-каштановой почве: } y=0.8485x-3.0015, \quad r_{xy}=0.97, \quad R^2=0.93;$$

$$\text{лугово-каштановой: } y=1.5762+1.2286x, \quad r_{xy}=0.99, \quad R^2=0.98;$$

$$\text{солончаке типичном: } y=1.5149+1.0851x, \quad r_{xy}=0.96, \quad R^2=0.94.$$

Зеленая масса на исследуемых типах почв соотносится с массой степного войлока: на светло-каштановой почве это соотношение – 1:1.1, на солончаке – 1:1.2 и лугово-каштановой почве – 1:1.4. Объясняется это тем, что на двух последних типах почв в видовом составе фитоценозов солянки и представители разнотравья (*Artemisia taurica* Willd, *Artemisia lercheana* Web.ex Stechm.) относительно дольше держатся в блоке ветошь (4-6 месяцев), чем представители семейства мятликовых (1.5-3 месяца).

На светло-каштановой почве надземной фитомассы (зеленая масса + ветошь + войлок) накапливается больше, чем на лугово-каштановой и солончаке типичном соответственно в 2.6 и 2.9 раза. Относительно меньше формируется на последних и подземной массы: в 2.3 и 2.7 раза. По результатам пятилетних исследований рассчитаны зависимости между накоплением надземной (x) и подземной (y) массы по типам почв в условиях полупустыни:

$$\text{светло-каштановой: } y=0.9337x+89.9157, \quad r_{xy}=0.98, \quad R^2=0.96;$$

$$\text{лугово-каштановой: } y=1.1017x+30.2881, \quad r_{xy}=0.97, \quad R^2=0.95;$$

$$\text{солончаке типичном: } y=0.9023x+32.9248, \quad r_{xy}=0.97, \quad R^2=0.94.$$

Основной причиной снижения сборов фитомассы на лугово-каштановой почве и солончаке типичном, по сравнению со светло-каштановой, является годовая и сезонная динамика степени и типа засоления почвы в сторону увеличения соотношения ионов $Cl^-: SO_4^{2-}$ в зависимости от гидротермических условий (табл. 2).

Таблица 2. Динамика степени и типа засоления почв (мг-экв./ 100 г почвы) в зависимости от гидротермических условий и сезонов 2011-2013 гг. в Северо-Западном Прикаспии.

Почвенный горизонт, см	2011 г.			2012 г.			2013 г.		
	Cl	SO ₄ ²⁻	Cl: SO ₄ ²⁻	Cl	SO ₄ ²⁻	Cl: SO ₄ ²⁻	Cl	SO ₄ ²⁻	Cl: SO ₄ ²⁻
Светло-каштановая почва, апрель, 2-я декада									
ГТК – 1.74; ∫ увлажненности – 29.8			ГТК – 0.01; ∫ засушливости – 37.3			ГТК – 0.61; ∫ увлажненности – 7.3			
A ₀₋₈	0.30	1.71	0.53	1.02	2.12	0.48	0.72	1.58	0.46
B _{1 9-20}	0.45	0.85	0.53	1.88	2.89	0.65	1.12	2.39	0.47
B _{2 21-35}	0.35	1.71	0.20	2.00	3.16	0.63	1.30	2.88	0.45
B _{2C 36-55}	0.90	2.14	0.42	2.60	3.22	0.81	1.84	3.82	0.48
C ₅₆₋₇₀	2.75	5.04	0.55	2.85	4.11	0.69	2.92	4.60	0.63
Светло-каштановая почва, август, 1-я декада									
ГТК – 0.68; ∫ засушливости – 63.4			ГТК – 0.12; ∫ увлажненности – 203.8			ГТК – 0.55; ∫ засушливости – 74.2			
A ₀₋₈	2.42	1.96	1.24	1.11	1.87	0.59	1.48	2.24	0.66
B _{1 9-20}	2.18	2.25	0.97	1.68	2.00	0.84	1.72	2.48	0.69
B _{2 21-35}	2.55	3.13	0.82	2.23	3.24	0.60	2.00	3.30	0.60
B _{2C 36-55}	2.00	3.24	0.62	2.44	3.30	0.74	2.15	3.42	0.63
C ₅₆₋₇₀	2.84	5.87	0.48	3.02	9.85	0.62	3.00	4.85	0.62

Продолжение таблицы 2.

Почвенный горизонт, см	2011 г.			2012 г.			2013 г.		
	Cl	SO ₄ ²⁻	Cl: SO ₄ ²⁻	Cl	SO ₄ ²⁻	Cl: SO ₄ ²⁻	Cl	SO ₄ ²⁻	Cl: SO ₄ ²⁻
Лугово-каштановая, апрель, 2-я декада									
ГТК – 1.74; ∫ увлажненности – 29.8			ГТК – 0.01; ∫ засушливости – 37.3			ГТК – 0.61; ∫ засушливости – 7.3			
A ₀₋₁₀	2.80	1.13	2.48	4.82	1.75	2.75	3.30	1.50	2.20
B _{1 10-23}	4.35	2.15	2.03	6.13	2.84	2.16	4.82	3.20	1.51
B _{2 23-35}	14.04	23.20	0.60	15.30	18.74	0.82	14.42	21.31	0.68
C _{1 36-60}	12.22	27.40	0.45	13.20	23.90	0.55	14.11	24.50	0.58
C _{2 60-75}	12.40	7.55	1.38	10.41	10.56	1.00	11.5	6.52	1.76
C _{3 90-100}	14.77	7.10	2.08	11.32	7.80	1.45	12.2	7.75	1.57
Лугово-каштановая, август, 2-я декада									
ГТК – 0.68; ∫ засушливости – 63.4			ГТК – 0.12; ∫ увлажненности – 203.8			ГТК – 0.55; ∫ засушливости – 74.2			
A ₀₋₁₀	6.25	2.04	3.06	3.82	1.54	2.48	3.88	2.21	1.76
B _{1 10-23}	8.00	3.60	2.22	5.20	3.01	1.73	6.15	2.86	2.15
B _{2 23-35}	11.00	19.78	0.56	12.51	20.51	0.61	10.20	18.73	0.54
C _{1 36-60}	10.00	25.20	0.40	14.77	31.20	0.47	13.31	26.61	0.50
C _{2 60-75}	12.00	8.74	1.37	13.15	10.72	1.23	10.88	13.17	0.83
C _{3 90-100}	13.00	7.54	1.72	15.31	7.31	2.09	14.25	9.20	1.55
Солончак типичный автоморфный, апрель, 2-я декада									
ГТК – 1.74; ∫ увлажненности – 29.8			ГТК – 0.01; ∫ засушливости – 37.3			ГТК – 0.61; ∫ увлажненности – 7.3			
A ₀₋₈	2.80	1.13	2.48	4.82	1.75	2.75	3.30	1.50	2.20
B _{1 8-14}	4.35	2.15	2.03	6.13	2.84	2.16	4.82	3.20	1.51
B _{2 14-30}	14.04	23.20	0.60	15.30	18.74	0.82	14.42	21.31	0.68
BC ₃₀₋₄₀	12.22	27.40	0.45	13.20	23.90	0.55	14.11	24.50	0.58
C _{1 40-58}	12.40	7.55	1.38	10.41	10.56	1.00	11.50	6.52	1.76
C _{2 58-70}	14.77	7.10	2.08	14.82	10.22	1.45	12.20	7.75	1.57
Солончак типичный автоморфный, август, 1-я декада									
ГТК – 0.68; ∫ засушливости – 63.4			ГТК – 0.12; ∫ увлажненности – 203.8			ГТК – 0.55; ∫ засушливости – 74.2			
A ₀₋₈	6.25	2.04	3.06	3.82	1.54	2.48	3.88	2.21	1.76
B _{1 8-14}	8.00	3.60	2.22	5.20	3.01	1.73	6.15	2.86	2.15
B _{2 14-30}	11.00	19.78	0.56	12.51	20.51	0.61	10.20	18.73	0.54
BC ₃₀₋₄₀	10.00	25.20	0.40	14.77	31.20	0.47	13.31	26.61	0.50
C _{1 40-58}	12.00	8.74	1.37	13.15	10.72	1.23	10.88	13.17	0.83
C _{2 58-70}	13.00	7.54	1.72	15.31	7.31	2.09	14.25	9.20	1.55

В годы с благоприятными гидротермическими условиями в период формирования урожая эфемеров (2011 г.) засоленность горизонтов А, В₁ и В₂ светло-каштановой почвы характеризовалась как слабая, В₂С – как средняя при хлоридно-сульфатном типе засоления. Начиная с горизонта С прослеживается сильная степень засоления при том же хлоридно-сульфатном типе. На лугово-каштановой почве средняя степень засоленности наблюдалась с верхнего горизонта; на глубине 10-23 см отмечена сильная, а далее в горизонтах С₁-С₃ – очень сильная. Изменился и химизм засоления

почвы – преобладающим стал сульфатно-хлоридный тип. На солончаке типичном отмечается сильная засоленность, с глубины 30 см – очень сильная.

В 2013 г. период формирования фитомассы эфемеров имел незначительный интеграл увлажненности, показатель ГТК по С.А. Сапожниковой, характеризовался как очень засушливый, по Г.Т. Селянинову – недостаточного увлажнения (Агроклиматические ..., 1975). В этих условиях степень засоленности светло-каштановой почвы до 55 см соответствовала средней, ниже этого слоя – сильной, а тип засоления по всему почвенному профилю – хлоридно-сульфатному. До 23 см от поверхности почвы и глубже 60 см лугово-каштановая почва имела сульфатно-хлоридное засоление, между этими слоями – хлоридно-сульфатное. Степень засоленности почвы с поверхности характеризовалась как сильная, глубже 36 см – очень сильная, на солончаке типичном горизонты А и В₁ – сильная, нижележащие – очень сильная.

В 2012 г. период накопления фитомассы эфемеров был более засушливым, чем в 2011 и 2013 гг. В данный период формировался не интеграл увлажненности, характерный для этого периода года в 2011 и 2013 гг. (соответственно 29.8 и 7.3), а интеграл засушливости (37.3). Тип (хлоридно-сульфатный по всему профилю) и степень засоленности (средняя до горизонта С и сильная глубже него) светло-каштановой почвы были такими же, как в 2013 г., но с относительно низкими показателями по содержанию ионов Cl⁻, SO₄²⁻ и их соотношению. Такое соотношение относится к солончаку типичному, по которому тип и степень засоления по всем горизонтам были одинаковыми. На лугово-каштановой почве они также оказались одинаковыми, за исключением горизонта А, где химизм засоления в 2012 г. характеризовался как хлоридный, в 2013 г. – как сульфатно-хлоридный.

Гидротермические условия Терско-Кумской низменности во второй половине лета, когда формируется биомасса галофитов и разнотравья, были более неблагоприятными, чем в весенне-летний период. В 2011 г. в этот период формировались высокие показатели интеграла засушливости, в связи с чем слабая степень засоленности светло-каштановой почвы в слое 0-35 см в период формирования урожая эфемеров сменилась на среднюю в наиболее ответственный период для формирования урожая галофитов и разнотравья. На лугово-каштановой почве средняя и сильная степень засоленности по слоям 0-10 см и 10-23 см сменилась соответственно на сильную и очень сильную.

Вторая половина лета 2012 г. выдалась более влажной, чем в другие годы исследований. За июнь-июль выпало 201 мм осадков, это больше, чем в 2011 и 2013 гг. в 1.5 и 4.1 раза, интеграл засушливости сменился на интеграл увлажненности. Хотя средняя температура воздуха за июнь-август составила 25.4°C, не наблюдалось подтягивания водорастворимых солей в верхние слои. В этом же году в слое 0-20 см светло-каштановой почвы отмечена слабая степень засоления почвы, в 2011 и 2013 гг. – средняя. Лугово-каштановая почва до 23 см с поверхности была засолена в средней степени при хлоридно-сульфатном типе.

Проявляется отчетливая зависимость степени и химизма (типа) засоления исследуемых типов почв от сезонных колебаний гидротермических условий.

При удовлетворительном естественном увлажнении по С.А. Сапожниковой (Агроклиматические ..., 1975) в условиях Терско-Кумской низменности благоприятный водно-солевой режим, позволяющий поддерживать слабую степень засоленности в слое 0-35 см и среднюю в слое 36-55 см на светло-каштановой почве создается при хлоридно-сульфатном типе засоления. На лугово-каштановой почве степень засоленности по этим же слоям изменяется от среднего до очень сильного, на солончаке типичном – от сильного до очень сильного. В результате на этих почвах снижается продуктивность надземной и подземной фитомассы соответственно в 2.3 и 2.6 раза и в 2.7 и 2.9 раза по сравнению со светло-каштановой почвой.

Транслокация зеленой массы в ветошь, а в дальнейшем и в войлок, протекает достаточно интенсивно, несмотря на засушливость климата на данной территории.

Почвы региона относительно бедны фосфором и другими питательными элементами. Недостаток фосфора в почве, особенно в начальный период жизни растений, вызывает ряд отклонений от нормального протекания процессов поглощения и накопления веществ. Этот элемент включается в состав органических веществ, в первую очередь аденозинтрифосфата (АТФ), выполняя решающую роль в интенсификации процессов роста, развития и формирования продуктивности фитоценозов (Андреев, 1967). Фосфор наравне с углеродом, кислородом и азотом является важнейшим биофильным элементом, без которого невозможен биогеохимический круговорот веществ в природе

(Ковда, 1976).

На территории Терско-Кумской низменности в исследуемых фитоценозах фосфор больше всего концентрируется в зеленой массе. В ветоши концентрация фосфора снижается в 3.2-3.4 раза, в войлоке – в 1.4-1.5 раза. Показатели фосфора в корневой массе занимают промежуточное положение между концентрацией его в ветоши и войлоке, уступая содержанию в зеленой массе в 2.1-2.5 раз.

Запасы фосфора на разных типах почв соответствуют количеству накопленной фитомассы. Урожайность надземной фитомассы на светло-каштановой почве превышает показатели, полученные на лугово-каштановой почве в 2.7 раза, подземной – в 2.3 раза, на солончаке типичном – соответственно в 3.0 и 2.7 раза. Запасы фосфора в зеленой массе составляют 1.6 кг/га, в ветоши – 0.7 кг/га, в войлоке – 1.0 кг/га, в подземной массе 13.5 кг/га на светло-каштановой почве, соответственно 0.6; 0.3; 0.3; 5.8 кг/га на лугово-каштановой почве, 0.5; 0.3; 0.3; 5.0 кг/га на солончаке типичном.

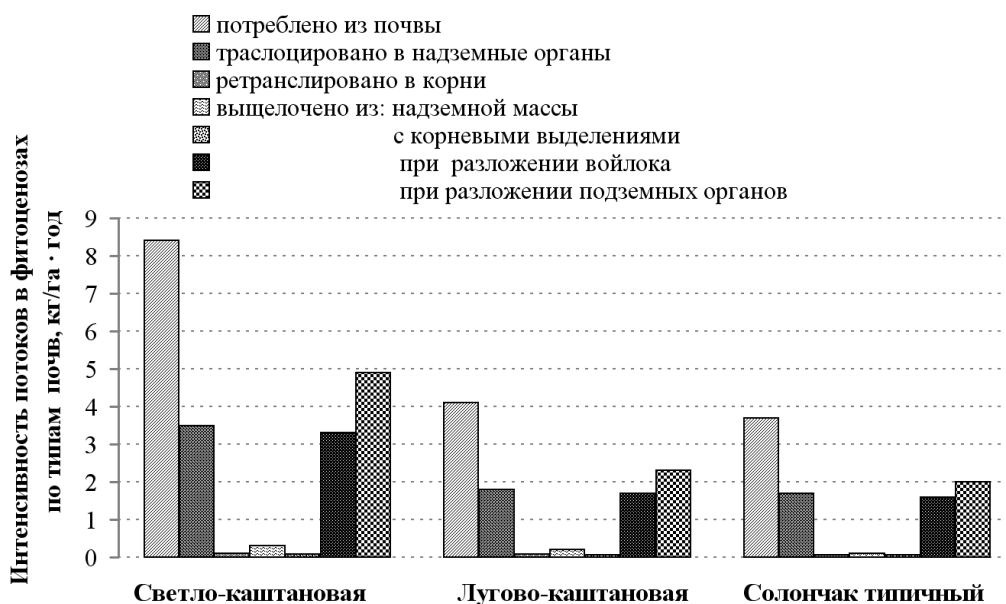


Рис. Баланс фосфора в фитоценозах по типам почв Северо-Западного Прикаспия в 2013-2015 гг.

При расчетах количества фосфора, выщелоченного из надземных органов фитоценозов, и прижизненных выделений из подземных органов нами приняты данные А.А. Титляновой (1988), уточненные для природных условий региона. Согласно балансу в надземные органы из светло-каштановой почвы транслируется 41.7% потребленного фитоценозом фосфора (8.4 кг/га·год) (рис.). Остальная часть выщелачивается и ретранслируется в подземные органы растений. При разложении степного войлока обратно в почву возвращается 3.3 кг/га год (39.9%), из подземных органов 58.3%. На лугово-каштановой почве показатели интенсивности потоков фосфора снижаются в 1.9 раза, на солончаке типичном – в 2.0 раза.

Закключение

По результатам многолетних исследований выявлено, что в условиях полупустыни на светло-каштановой почве накапливается 9.2 кг/га в сутки фотосинтезирующей массы, 14.4 кг/га в сутки ветоши, 9.1 кг/га в сутки степного войлока. На лугово-каштановой почве эти показатели снижаются до 6.2 и 2.7 кг/га в сутки, солончаке типичном – до 5.2 и 2.8 кг/га в сутки. Соотношение надземной фитомассы к подземной на светло-каштановой почве составляет 1:5.9, на лугово-каштановой – 1:7.6, на солончаке типичном автоморфном – 1:6.3, что является свидетельством более благоприятного водного режима светло-каштановой почвы.

Рассчитаны интегралы засушливости и увлажненности по периодам вегетации эфемеров, разнотравья и солянок в условиях полупустыни. Приведена динамика степени и химизма засоления почв в зависимости от гидротермических коэффициентов и интегралов засушливости и увлажненности.

В фитоценозах всех типов почв Терско-Кумской низменности фосфор больше всего концентрируется в зеленой массе, в ветоши он снижается в 3.2-3.4 раза, в войлоке – в 1.4-1.5, в корневой массе – в 2.1-2.5 раза. Запасы фосфора соответствуют концентрации элемента в накопленной фитомассе. Количество возвращенного в почву и закрепленного в ветоши фосфора превышает величину потребленного на создание фитомассы на всех типах почв на 4.5-14.3%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абдулгалимов Э.Н.* 1986. Химический состав и питательная ценность кормов в Дагестанской АССР. Дагкнигоиздат. Махачкала. 41 с.
- Агроклиматические ресурсы Дагестанской АССР. 1975. Л.: Главное управление Гидрометеослужбы при СМ СССР. Гидрометиздат. 111 с.
- Андреев С.С.* 1967. Физиологическая роль макроэлементов (P, S, K, Ca, Mg) и кислотности внешней среды. Фосфор // Физиология сельскохозяйственных растений. Том 11. М.: МГУ. С. 90-99.
- Баламирзов М.А., Мирзоев Э.М.-Р., Аджиев А.М., Муфараджев К.Г.* 2008. Почвы Дагестана. Экологические аспекты их рационального использования. Махачкала: Дагкнигоиздат. 335 с.
- Гасанов Г.Н., Асварова Т.А., Гаджиев К.М., Ахмедова З.Н., Абдулаева А.С., Баширов Р.Р., Султанхмедов М.С., Салихов С.А.* 2014. Гидротермические условия формирования видового состава и продуктивности фитоценозов Северо-Западного Прикаспия (на примере Терско-Кумской низменности) // Аридные экосистемы. Т. 20. № 4 (61). С. 93-98.
- Гасанов Г.Н., Асварова Т.А., Гаджиев К.М., Ахмедова З.Н., Абдулаева А.С., Баширов Р.Р.* 2017. Зависимость урожайности пастбищных фитоценозов на различных типах почв Северо-Западного Прикаспия от экологического фактора и ФАР // Аридные экосистемы. Т. 23. № 2 (71). С. 24-28.
- Залибеков З.Г.* 2000. Процессы опустынивания и их влияние на почвенный покров. М.: Наука. 219 с.
- Ковда В.А.* 1976. Биогеохимические циклы в природе и их нарушение человеком // Материалы VII Пленума СКОПЕ. Москва, 15-22 ноября 1974 г. М.: Наука. С. 19-85.
- Саидов А.К.* 2009. Опустынивание почв водно-аккумулятивных равнин аридных областей Юга России на примере почв Кизлярских пастбищ Дагестана. Дис. ... докт. биол. наук. М. 398 с.
- Титлянова А.А.* 1988. Продуктивность травяных экосистем // Биологическая продуктивность травяных экосистем. Географические закономерности и экологические особенности / Ред. В.Б. Ильин. Новосибирск: Наука. Сиб. отд.-е. С. 109-127.
- Усманов Р.З.* 2009. Экологическая оценка и научные основы восстановления природного потенциала деградированных почв Северо-Западного Прикаспия. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Махачкала. 46 с.
- Яруллина Н.А.* 1983. Первичная биологическая продуктивность почв дельты Терека. М.: Наука. 90 с.