

DOI 10.31029/vestdnc82/2

УДК 574.45:631.416.1(470.67)

БАЛАНС АЗОТА В ФИТОЦЕНОЗАХ СКЛОНОВ СЕВЕРНОЙ И ЮЖНОЙ ЭКСПОЗИЦИЙ ГОРЫ МАЯК

Ш. К. Салихов, ORCID: 0000-0001-5531-3045

Г. Н. Гасанов, ORCID: 0000-0002-6181-5196

Т. А. Асварова, ORCID: 0000-0002-5285-9250

К. Б. Гимбатова, ORCID: 0000-0002-7516-0901

М. А. Яхияев, ORCID: 0000-0002-9955-5019

Ж. О. Кичева, ORCID: 0000-0001-6286-9121

Прикаспийский институт биологических ресурсов ДФИЦ РАН

Исследования, проведенные в 2012–2019 гг. на двух постоянных пробных заповедных площадях Среднегорной подпровинции Дагестана, показали, что фитоценоз, произрастающий на склоне северной экспозиции горы Маяк, накапливал больше азота, чем фитоценоз на южном склоне.

Studies conducted in 2012–2019 on two permanent trial protected areas of the Mid-Mountain sub-province of Daghestan show that phytocenoses growing on the slope of the northern exposure of Mount Mayak accumulate more nitrogen than phytocenoses on the southern slope do.

Ключевые слова: Восточный Кавказ, Среднегорная подпровинция Дагестана, фитомасса, запасы азота, баланс азота.

Keywords: Eastern Caucasus, Middle-mountain subprovince of Daghestan, phytomass, nitrogen reserves, nitrogen balance.

Введение

Как известно, на территории горных регионов продуктивность травяных экосистем и запасы азота в растительности неодинаковы вследствие того, что фитоценозы произрастают на участках склонов различных экспозиций и растительный покров получает различное количество солнечной радиации, влаги и тепла.

Перспективным объектом для изучения процессов накопления фитомассы и баланса азота в фитоценозах является территория Восточного Кавказа, характеризующаяся разнообразием климатических условий и сложностью природных экосистем.

Большинство исследований в этом направлении, проведенных в Дагестане, посвящено систематическим, экологическим, географическим аспектам функционирования растительных сообществ [1–4].

Продуктивность фитоценозов, содержание макроэлементов в растительности изучены в основном для Равнинного Дагестана [5–8]. Имеются также отдельные работы по макроэлементному составу растительности Горного Дагестана [9, 10].

Актуальность настоящего исследования связана с отсутствием в литературе данных о биопроductивности, концентрации, запасах и балансе азота в фитоценозах Дагестана.

Цель работы – определение приходных и расходных частей баланса азота в фитоценозах склоновых экосистем дагестанской части Восточного Кавказа.

Материал и методы исследования

Исследование проводилось на базе экспериментального стационара Горного ботанического сада ДФИЦ РАН в течение 2012–2019 гг. на участках площадью в 100 м² склонов северной и южной экспозиций горы Маяк.

Продуктивность фитоценозов определена укосным методом на трех учетных площадках (площадь 1 м²), отвечающих средним показателям (состав видов, жизненное состояние, высота, проективное

покрытие) фитоценоза. Надземную массу определяли укосным методом с выделением фракций: живая фитомасса, ветошь (мертвые части растений, не лишенные связи с растениями), войлок. Подземную массу определяли в эти же сроки на тех же учетных площадках после скашивания надземной массы до глубины 60 см методом монолита.

Содержание азота в фитомассе определено методом мокрого озоления [11]. Запасы и баланс азота в фитоценозах определяли по методике А.А. Титляновой [12]. Статистическая обработка результатов проводилась с помощью статистического пакета Microsoft Excel 2013.

Результаты и обсуждение

Накопление фитомассы на постоянных пробных площадях в Среднегорной подпровинции Дагестана составило на склонах северной и южной экспозиций: в надземной массе – 57,41 и 66,99 ц/га·год; в подземной массе – 141,26 и 146,59 ц/га·год (табл. 1).

Таблица 1. Запасы азота в структуре фитомассы травяных экосистем Среднегорья Дагестана (2012–2019 гг.)

Экспозиция склона	Блок растительного вещества			
	зеленая масса	ветошь	войлок	корни
Продуктивность фитоценоза, ц/га·год				
Северная	16,68±0,13	25,80±0,13	14,93±0,12	141,26±0,18
Южная	17,74±0,15	31,49±0,16	17,76±0,17	146,59±0,24
Концентрация азота, %				
Северная	1,82±0,01	0,98±0,01	1,21±0,01	1,63±0,01
Южная	1,68±0,02	0,95±0,01	1,04±0,01	1,44±0,02
Запасы азота, кг/га				
Северная	30,36±0,11	25,28±0,13	18,07±0,12	230,25±0,12
Южная	29,80±0,14	29,92±0,17	18,47±0,14	211,09±0,18

Исследователи [13–16] указывают на большую продуктивность фитоценозов, сформированных на склонах северной экспозиции, что обусловлено близким расположением участков к лесному массиву. Древесная растительность «поглощает» атмосферные соединения азота в 2–3 раза интенсивнее, чем травянистая и кустарничковая [13, 14]. Следствием этого может быть увеличение первичной продукции растений [13, 15] и дыхательной активности почвенных микроорганизмов [16].

В наших исследованиях продуктивность луговых фитоценозов (живая фитомасса – зеленая масса, корни) составила 157,94 и 164,33 ц/га·год на склонах северной и южной экспозиции соответственно. Большая продуктивность фитоценоза на склоне южной экспозиции в Среднегорье Дагестана обусловлена флористическим составом, показателями температуры, влажностью почвы, запасами почвенной влаги, рассмотренными нами ранее [17, 18].

Содержание (концентрация) азота в структуре фитомассы (зеленая масса, ветошь, войлок, корни) также определялось склоновой экспозицией и было выше на склоне северной экспозиции.

Больше всего запасов азота накапливал фитоценоз, приуроченный к склону северной экспозиции (выше на 5,1% в общей фитомассе по сравнению с южным склоном), что, вероятно, обусловлено смывом азота на южном склоне из-за его большей крутизны.

На обоих склонах экспериментальных участков выявлен положительный баланс азота (табл. 2).

Биогеохимический цикл азота на суше включает в себя два основных процесса, формирующих его баланс, – входные и выходные потоки. К входным потокам относятся: поступление с атмосферными осадками; биогенная фиксация азота в почвах микроорганизмами симбиотического и несимбиотического типа; поступление в растворы с метаболитами пищевых цепей, с отмершим органическим веществом, с продуктами минерализации органического вещества почв. Расходные статьи баланса азота на суше слагаются из следующих главных форм: поглощение соединений минерального азота высшими и низшими растениями и уход их в пищевые цепи экосистем; переход соединений азота в органические формы с образованием гумуса; денитрификация и возвращение, в конечном счете, в атмосферу большей части азота в газообразной молекулярной форме N_2 и частично в форме окислов и аммиака; смыв, вынос и отчуждение соединений азота из биологических циклов.

Таблица 2. Азотный баланс фитоценозов Среднегорья Дагестана, кг/га-год

Показатель*	Экспозиция склона	
	северная	южная
Поступило в почву:		
с атмосферными осадками	9,66	9,48
азотфиксация	1,77	1,74
при разложении надземных органов	73,71	78,19
при разложении подземных органов	230,25	211,09
Всего в приходной части	315,39	300,50
Потреблено из почвы	303,96	289,28
Выщелачивание из почвы	1,77	1,74
Денитрификация	2,96	2,90
Всего в расходной части	308,69	293,92
Баланс	+ 6,70	+ 6,58

* Показатели рассчитаны по методике А.А. Титляновой [12]

При формировании баланса азота были использованы собственные данные и показатели исследований других авторов [19–23].

Показатели азота, поступившего с атмосферными осадками на участки, различались в зависимости от склоновой экспозиции – на 1,9% больше его поступило в фитоценоз, расположенный на склоне северной экспозиции.

Процесс фиксации молекулярного атмосферного азота (диазотрофия) преобладал на склоне северной экспозиции (на 1,72% больше).

Основное поступление азота в его баланс составляет процесс отмирания и разложения растений, что составило в условиях заповедного режима содержания фитоценозов Среднегорья Дагестана 96,38 и 96,27% на склонах северной и южной экспозиций соответственно.

Следующим звеном баланса азота, противоположным диазотрофии, является денитрификация, заключающаяся в разложении нитратов до свободного азота. В условиях Среднегорья Дагестана показатели денитрификации на склоне южной экспозиции были ниже на 2,1%.

Заключение

Исследования, проведенные в 2012–2019 гг. на постоянных пробных площадях территории Среднегорной подпровинции Дагестана, показали, что продуктивность фитоценозов различалась в зависимости от приуроченности к склоновой экспозиции. На склоне северной экспозиции зеленая масса

достигала 16,68 ц/га·год, тогда как на склоне южной ее было больше на 1,06 ц/га·год. Корневая масса за годы исследований на северном склоне достигала 141,26, а на южном – больше на 5,33 ц/га·год.

Содержание азота в фитомассе склона северной экспозиции было бóльшим, чем на склоне южной. Однако запасов азота в надземной массе склона южной экспозиции было больше на 6,08% из-за большого количества ветоши и войлока, накопленного здесь вследствие заповедного режима участка. Также больше было запасов азота на 9,1% в подземной фитомассе на склоне северной экспозиции, что было, вероятно, обусловлено выщелачиванием азота из почвы склона южной экспозиции из-за его большой крутизны.

В заповедных условиях Среднегорья Дагестана в фитоценозах, произрастающих на склоне северной и южной экспозиции горы Маяк, складывался положительный баланс азота, достигший на склоне северной экспозиции 6,70 кг/га·год, что на 1,82% больше, чем на склоне южной экспозиции.

Разница в продуктивности фитомассы, содержании и запасов азота склонов противоположных экспозиций связана с гидротермическими условиями участков. Незначительная разница в балансе азота на склонах обусловлена длительностью заповедного режима, когда большое количество ветоши и подстилки выравнивают гидротермические условия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Муртазалиев Р.А. Анализ распределения видов флоры Дагестана // Ботанический журнал. 2016. Т. 101. № 9. С. 1056–1074. DOI: 10.1134/S0006813616090052
2. Гамзатова Х.М., Адамова Р.М. Разнообразие растительных сообществ на почвах горного Дагестана (на примере Дидойской депрессии) // Научный журнал КубГАУ. 2017. № 126(02). С. 1–10. DOI: 10.21515/1990-4665-126-061
3. Сообщества *Juniperus excelsa* subsp. *polycarpus* (Cupressaceae) высокогорного Дагестана / Г.А. Садыкова, Х.У. Алиев, В.Ю. Нешатаева, Н.А. Амирханова // Ботанический журнал. 2018. Т. 103, №. 12. С. 1514–1539. DOI: 10.1134/S0006813618120025
4. Асадулаев З.М., Магомедова Б.М., Маллалиев М.М. Сообщество с произрастанием *Atraphaxis daghestanica* (Lovelius) Lovelius в Унцукульском районе Дагестана // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2021. № 138. С. 9–16. DOI: 10.36305/0513-1634-2021-138-9-16
5. Муратчаева П.М.-С., Исакова Д.Г. Роль *Sorghum Saccharatum* (Poaceae) в повышении продуктивности естественных пастбищ равнинного Дагестана // Растительные ресурсы. 2010. Т. 46, № 1. С. 39–46.
6. Курамагомедов М.К., Гусейнова З.А. О биологической продуктивности луговых и степных фитоценозов Присулакской низменности Дагестана // Проблемы развития АПК региона. 2017. Т. 32, № 4(32). С. 84–89.
7. Муслимов М.Г., Четверкина Е.Н., Яхьяева А.М. Роль засухоустойчивых культур в зеленом конвейере // Известия Дагестанского ГАУ. 2019. № 3(3). С. 119–121.
8. Аккумуляция калия и кальция растительными ассоциациями пастбищных фитоценозов Терско-Кумской низменности / Г.Н. Гасанов, Т.А. Асварова, К.М. Гаджиев, Р.Р. Баширов, А.С. Абдулаева, З.Н. Ахмедова, Ш.К. Салихов, В.В. Семенова, Ж.О. Шайхалова // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2019. №. 1 (201). С. 46–55. DOI: 10.23683/0321-3005-2019-1-46-55
9. Гиреев Г.И., Луганова С.Г., Салихов Ш.К. Содержание и обмен кальция и фосфора в компонентах пастбищных экосистем различных природно-климатических зон Дагестана // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2008. № 4(5). С. 57–61.
10. Гиреев Г.И., Луганова С.Г., Салихов Ш.К. Приоритетные макроэлементы в растительности пастбищ регионов Дагестана // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2013. Т. 18, № 3. С. 767–770.
11. Практикум по агрохимии / Б.А. Ягодин, И.П. Дерюгин, Ю.П. Жуков [и др.]. М.: Агропромиздат, 1987. 275 с.

12. *Тутлянова А.А.* Продуктивность травяных экосистем // Биологическая продуктивность травяных экосистем. Географические закономерности и экологические особенности / под ред. *В.Б. Ильина*. Новосибирск, 1988. 134 с. DOI: 10.31251/978-5-600-02350-5
13. Use of dynamic soil-vegetation models to assess impacts of nitrogen deposition on plant species composition: an overview / *W. de Vries, G.W.W. Wamelink, H. van Dobben, J. Kros, G.J. Reinds, J.P. MolDijkstra, S.M. Smart, C.D. Evans, E.C. Rowe, S. Belyazid, H.U. Sverdrup, A. van Hinsberg, M. Posch, J.-P. Hettelingh, T. Spranger, R. Bobbink* // *Ecological Applications*. 2010. Vol. 20 (1). P. 60–79.
14. *Van Dobben V.H., de Vries W.* Relation between forest vegetation, atmospheric deposition and site conditions at regional and European scale // *Envir. Pollut.* 2010. Vol. 158. P. 921–933.
15. Global assessment of nitrogen deposition effects on terrestrial plant diversity: A synthesis / *R. Bobbink, K. Hicks, J. Galloway, T. Spranger, R. Alkemade, M. Ashmore, M. Bustamante, S. Cinderby, E. Davidson, F. Dentener, B. Emmett, J.W. Erisman, M. Fenn, F. Gilliam, A. Nordin, L. Pardo, W. de Vries* // *Ecological Applications*. 2010. Vol. 20. P. 30–59.
16. *Allison S.D., Czimczik C.I., Treseder K.K.* Microbial activity and soil respiration under nitrogen addition in Alaskan boreal forest // *Global Change Biology*. 2008. Vol. 14. P. 1156–1168.
17. Видовой состав и продуктивность луговых фитоценозов горы Маяк (Гунибское плато, Республика Дагестан) / *Г.Н. Гасанов, Ш.К. Салихов, К.М. Гаджиев, М.М. Маллалиев, Ж.О. Шайхалова, К.Б. Гимбатова* // *Растительные ресурсы*. 2016. Т. 52, № 2. С. 214–224.
18. О динамике травянистых растительных сообществ (Горный Дагестан) / *Г.Н. Гасанов, Ш.К. Салихов, Н.И. Рамазанова, К.М. Гаджиев, М.М. Маллалиев* // *Ботанический журнал*. 2018. № 103(9). С. 1152–1163. DOI: 10.7868/s0006813618090053
19. *Родин Л.Е., Базилевич Н.И.* Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности. Наука, М.; Л.: 1965. 253 с.
20. *Кудеяров В.Н.* О биогеохимическом цикле азота // *Биогеохимические циклы в биосфере*. М.: Наука, 1976. С. 190–197.
21. *Ковда В.А.* Биогеохимический круговорот веществ в биосфере. М.: Наука, 1987. 143 с.
22. Human alteration of the global nitrogen cycle: sources and consequences / *P.M. Vitousek, J.D. Aber, R.W. Howarth, G.E. Likens, P.A. Matson, D.W. Schindler, W.H. Schlesinger and D.G. Tilman* // *Ecological Applications*. 1997. Vol. 7, Issue 3. P. 737–750. DOI: 10.1890/1051-0761(1997)007[0737: НАОТGN]2.0.CO;2
23. 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* // *Ботанический вестник Северного Кавказа*. 2018. № 1. С. 55–63.

Поступила в редакцию 15.07.2021 г.

Принята к печати 24.09.2021 г.