

DOI 10.31029/vestdnc86/3

УДК 577.118:574.4(470.67)

## БИОЛОГИЧЕСКИЙ КРУГОВОРОТ В СТЕПНЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ ПРИСУЛАКСКОЙ НИЗМЕННОСТИ ДАГЕСТАНА

Н. Т. Гаджимусиева, ORCID: 0000-0003-3033-053X

Прикаспийский институт биологических ресурсов ДФИЦ РАН, Махачкала, Россия

## BIOLOGICAL CYCLE IN STEPPE PHYTOCENOSSES OF THE SULAK LOWLAND OF DAGHESTAN

N. T. Gadzhimusieva, ORCID: 0000-0003-3033-053X

Precaspian Institute of Biological Resources, DFRC RAS, Makhachkala, Russia

---

Исследована биологическая продуктивность в естественных экосистемах западного участка Присулакской низменности Дагестана. Получены количественные характеристики фитоценозов в системе «почва – растение» методом А.А. Титляновой. Проанализирована природно-антропогенная динамика продукционного процесса в летний период 2016–2018 гг. Проведено исследование видового состава и общих запасов надземной фитомассы степных фитоценозов. В результате наблюдений за показателями изменения состава, строения и продуктивности растительных сообществ на двух пробных участках выявлена динамика растительного покрова. В сравнительном аспекте показаны топологические изменения на каштановой и луговой почвах, вызывающих изменения в фитоценозах.

The biological productivity of the natural ecosystems in the western area of the Sulak lowland of Daghestan has been studied. Quantitative characteristics of phytocenoses in the "soil – plant" system have been obtained by the method of A.A. Titlyanova. The natural and anthropogenic dynamics of the production process in the summer period of 2016–2018 has been analyzed. The study of the species composition and total reserves of aboveground phytomass of steppe phytocenoses has been carried out. As a result of observations of the indicators of changes in the composition, structure, and productivity of plant communities on two test sites, the dynamics of vegetation cover has been revealed. In the comparative aspect, topological changes in meadow and chestnut soils, causing changes in phytocenoses, are shown.

Ключевые слова: естественный ценоз, биологическая продуктивность, степной фитоценоз, почва луговая, почва каштановая.

Keywords: natural cenosis, biological productivity, steppe phytocenosis, meadsoil, chestnut soil.

### Введение

Биологический круговорот веществ служит основой управления биологической продуктивности природных и агрокультурных биогеоценозов, сохранения здоровья населения, повышения плодородия почв и продуктивности животных, контроля качества окружающей среды. Под продукционным процессом понимается сочетание процессов, приводящих к созданию растительного органического вещества. Деструкционные процессы включают в себя процессы отмирания растений или их отдельных частей, образования мортмассы и распада последней до простых минеральных веществ. Процесс ресинтеза – это совокупность процессов, приводящих к образованию новых органических соединений из продуктов переработки растительного вещества. К ним относятся соединения, строящие ткани гетеротрофов, и органическое вещество почвы. Первичная продукция экосистем является их важнейшей характеристикой, оценкой свободной энергии, которая обеспечивает протекание биологического круговорота. Надземная и подземная фитомасса является неотъемлемой составной частью структуры растительного сообщества. Количественные соотношения надземной и подземной фитомассы позволяют установить уровень нагрузок на исследуемые сообщества, определить степень их деградации, проследить особенности процесса восстановления степной растительности.

---

Изменение продуктивности степных сообществ изучалось на двух ключевых участках в Присулакской низменности. Эти данные отражают колебания и особенности продукционно-деструкционных процессов в степных фитоценозах с различным режимом существования, а также направленность развития экосистем для данного региона [1]. Количественное изучение слагающих сообщество растений позволяет выявить флуктуации и сукцессии растительного покрова, что важно для фоновых мониторинговых наблюдений в связи с проблемой восстановления растительного покрова Присулакской низменности. Показатели продуктивности можно характеризовать и как звенья сукцессионного ряда, каждый из которых представляет ту или иную стадию смены растительного покрова. Негативные изменения климата и нерациональное природопользование вызывают в той или иной степени трансформацию экосистем, деградацию почвенного и растительного покрова и, как следствие, снижение биопродукционного и экономического потенциала земледельческих и пастбищных угодий. Особенно это касается регионов, расположенных в природных зонах с аридным климатом, в частности таких, как степные экосистемы Дагестана.

Целью исследования является сравнительный анализ структуры и функционирования ценозов на основе сопоставления динамики запасов и характера потоков органического вещества в системе «почва – растение».

#### Материалы и методы исследования

Проведен сравнительный анализ структуры функционирования ценозов на основе сопоставления динамики запасов и характера потоков биомассы. Объектом исследований послужил естественный ценоз:

- 1) участок Присулакской низменности в окрестностях г. Махачкалы (Кировский район). Характер растительности – разнотравно-злаковая ассоциация, тип почвы – луговая (табл. 1);
- 2) участок Присулакской низменности в окрестностях поселка Красноармейский в Кировском районе г. Махачкалы. Характер растительности – разнотравно-злаковая ассоциация, тип почвы – каштановая.

Характер растительного покрова представлен в табл. 1.

**Таблица 1.** Смена растительного сообщества в естественных ценозах

Время отбора	Естественный ценоз, участок № 1, почва – луговая	Естественный ценоз, участок № 2, почва – каштановая
Май	<i>Cardaria draba</i> , <i>Hieracium pilosella</i> , <i>Anthemis ruthenica</i> M.Bieb, <i>Aégilops cylíndrica</i> , <i>Carduus acanthoides</i> .	<i>Trifólium campéstre</i> , <i>Anthemis ruthenica</i> , <i>Bromus mollis</i> , <i>Artemisia taurica</i> , <i>Achillea micrantha</i> Willd, <i>Juncus effusus</i>
Июнь	<i>Euphorbiaceae</i> , <i>Inula británnica</i> , <i>Lotus corniculátus</i> , <i>Helminthotheca echioides</i> , <i>Elytrígia répens</i> (доминирующее), <i>Trifolium repens</i> , <i>Potentilla</i>	<i>Artemisia taurica</i> Willd (доминирующая) <i>Seseli tortuosum</i> , <i>Alhagi</i> (доминирующее)
Июль	<i>Elytrígia répens</i> , <i>Trifolium repens</i> , <i>Potentilla</i>	<i>Alhagi</i> , <i>Artemisia taurica</i> Willd

Методы оценки надземной и подземной продукции были предложены А.А. Титляновой в 1971 г. [2]. Метод основан на изучении динамики запасов живых и мертвых надземных и подземных органов растений в течение сезона и вычислении величин продукции по балансовым уравнениям. А.А. Титляновой также разработан метод минимальной оценки продукции.

При отборе проб почвы пользовались общепринятой методикой Е.В. Аринушкиной [3]. Нами были рассмотрены методики по сбору полевого материала А.А. Титляновой [4, 5], Л.Е. Родина [6], Т.К. Гордеевой [1]. Подземную биомассу определяли по М.С. Шалыт [7] методом монолитов.

Сбор полевого материала, его камеральная обработка, анализ образцов фракций растительного вещества проводились в период с 2016 по 2018 г.

### Результаты и их обсуждение

Исследования проводились в условиях региона с умеренно-континентальным климатом: жаркое лето (показатели температуры могут доходить до +40°С), мало осадков (менее 300 мм/год). В летнее время температура достигала +33 ... +39°С. Амплитуда температур с 2016 по 2018 г. менялась незначительно: +17,5 ... +18,7°С. Осадки к 2018 г. в этот период несколько увеличились – от 7,6–19,6 мм до 27,8–30,6 мм.

В статье представлены данные о динамике запасов вещества в блоках (в случае измерения только запасов) и данные о динамике запасов и интенсивностей потоков (в случае измерения тех и других). Для построения баланса элементов минерального питания мы вычислили значение чистой первичной продукции, интенсивности разложения в различных фракциях растений. Сбор материала проводился ежемесячно в течение вегетационного периода и был приурочен к основным фазам развития: 1) кушение; 2) трубкавание; 3) цветение (колошение); 4) плодообразование; 5) молочно-восковая спелость; 6) полная спелость. Выделяли следующие фракции фитомассы: надземная – стебли, листья, цветы, зерно, живые корни, ветошь (отмершие, но еще не опавшие части растений), мелочь и мортмасса (измельченная надземная биомасса), неразложившаяся или полуразложившаяся солома, подстилка, семена. Подстилка отдельно не учитывалась, так как она обнаруживалась на почве практически лишь к моменту сбора урожая. Сроки отбора проб условно обозначали (период). Растения срезали в уровень с почвой, все укосы производили в начале дня. Подземную биомассу определяли методом монолитов [1, 4, 8]. Динамика растительного вещества в степном ценозе на луговой почве (участок № 1) и на каштановой почве (участок № 2) представлена в табл. 2.

**Таблица 2.** Динамика растительного вещества в естественном степном ценозе (1-й участок – луговая почва, 2-й участок – каштановая почва), г/м<sup>2</sup>

Период	Участок	Надземная масса	Живые корни	Мортмасса	Ветошь	Помет	Опад
Апрель	1	101,8	215,5	94,7	19,7		
	2	132,7	560,4	350,3	140,2		
Май	1	175,3	353,7	245,7	50,2	76,2	
	2	207,4	700,6	601,4	60,3	76,4	
Июнь	1	330,4	422,0	314,2	18,5		
	2	295,7	332,8	440,6	80,1		
Июль	1	639,7	230,8	53,2	8,4		
	2	364,8	218,8	57,2	106,4	10,9	
Август	1	24,2	55,4	40,1	94,9	98,8	140,2
	2	94,2	559,8	249,3	147,7	47,9	65,4
Сентябрь	1	170,4	430,1	103,2	86,7	19,4	
	2	482,9	393,4	286,4	126,7	32,2	

Выделяемые в фитомассе укосов био группы можно рассматривать в качестве элементарных структурных единиц в общей растительной массе, несущих на себе определенную функциональную

нагрузку, а соотношение их и весовые показатели выступают маркерами сезонной динамики продукционно-деструкционных процессов растительного покрова степей Присулакской низменности. Показатели продуктивности характеризуют как звенья сукцессионного ряда, каждый из которых представляет ту или иную стадию смены растительного покрова. Эти данные отражают колебания и особенности продукционно-деструкционных процессов в степных фитоценозах с различным режимом существования, а также направленность развития экосистем для данного региона. Количественное изучение состава растений позволяет выявить флуктуации и сукцессии растительного покрова, что необходимо для фоновых мониторинговых наблюдений в связи с проблемой восстановления растительного покрова.

Важно отметить, что количество первичной продукции каждого фитоценоза зависит как от метеорологических условий данного года, так и от биологических особенностей видов, составляющих это сообщество. Биологическими и морфологическими особенностями компонентов растительного покрова определяются ход, ритмика образования и темп разрушения [8].

Каштановые почвы являются основным типом почв сухостепной зоны. Содержание гумуса 2,17%. Содержание общего азота 0,15–0,20%, гидролизуемого азота 3,0–6,0 мг/100 г почвы; валового фосфора 0,12–0,18 мг, подвижного фосфора 2,0–2,5 мг; валового калия 1,2–2,0 мг, обменного калия 30–70 мг/100 г почвы. Одновременное проявление процессов засоления и слабо выраженного внутривидового оглинивания подчеркивает региональную специфику каштановых почв Дагестана.

Для луговых почв характерны ясная дифференциация горизонтов, значительная мощность гумусового горизонта, карбонатность, хорошо выраженная мелкокомковато-зернистая структура, избыточное увлажнение нижних горизонтов. Эти почвы отличаются гидрогенной аккумуляцией карбонатов, гипса, солей и горизонтальной слоистостью. Содержание гумуса в луговых почвах 4–7%. По содержанию питательных веществ почвы входят в группу средне обеспеченных по гидролизуемому азоту – 38,1–39,9 мг/100 г почвы и ниже средней фосфором – 1,0–2,0 мг/100 г почвы, обменного калия – 25–30 мг/100 г почвы [9].

Таким образом, на основании результатов исследования мы видим, что наибольшая величина растительного вещества определяется на луговой почве (участок № 1): надземная биомасса в июле – 639,7 г/м<sup>2</sup>, корни в сентябре – 428,9 г/м<sup>2</sup>, мортмасса в июне – 314,2 г/м<sup>2</sup>, ветошь в августе – 94,9 г/м<sup>2</sup>. Минимальные значения определялись в августе: биомасса – 24,2 г/м<sup>2</sup>, корни – 55,4 г/м<sup>2</sup>, мортмасса – 39,8 г/м<sup>2</sup> и ветошь – 8,4 г/м<sup>2</sup> в июле.

На каштановой почве (участок № 2) надземная биомасса достигает максимума в сентябре – 482,9 г/м<sup>2</sup>, в мае корни – 700,7 г/м<sup>2</sup>, мортмасса – 440,6 г/м<sup>2</sup> и ветошь в августе – 147,7 г/м<sup>2</sup>. Минимальные значения: биомасса в августе – 94,2 г/м<sup>2</sup>, в июле корни – 218,8 г/м<sup>2</sup>, и мортмасса – 57,2 г/м<sup>2</sup> и ветошь в мае – 60,3 г/м<sup>2</sup>.

### Выводы

Сравнивая надземную продуктивность сообществ за период исследования, можно сделать вывод, что восстановление естественной растительности на изучаемых участках не всегда проходит с увеличением продуктивности сообществ. За отмеченный период заметное увеличение можно отметить для участка № 1. Участок № 2 характеризуется значительным (в той или иной степени) снижением продуктивности растительных сообществ.

Анализ продукционно-деструкционного процесса на исследуемых участках показал, что на луговой почве величина надземной биомассы больше, чем на каштановой. Величина запасов корневого системы, мортмассы и ветоши больше на каштановой почве, чем на луговой.

Первичная продукция экосистем является важнейшей характеристикой, оценкой свободной энергии, которая обеспечивает протекание биологического круговорота. Знание этой величины необходимо как для понимания функционирования фитоценозов, так и для оценки их продукционного потенциала.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гордеева Т.К.* Биологическая продуктивность и круговорот химических элементов в растительных сообществах. М.: Наука, 1971. С. 121–126.
2. *Титлянова А.А.* Изучение биологического круговорота в биогеоценозах (Методическое руководство) / АН СССР, Сиб. отд-ние, Ин-т почвоведения агрохимии. Новосибирск, 1971. 31 с.
3. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. С. 475.
4. *Титлянова А.А.* Системное описание круговорота веществ. Основные понятия в количественные параметры // Экология. 1984. № 1. С. 5859.
5. *Титлянова А.А.* О режимах биологического круговорота в наземных биогеоценозах // Почвоведение. 1989. № 6. С. 71–81.
6. *Родин Л.Е., Ремезов Н.П., Базилевич Н.И.* Методологические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. Л.: Наука, 1968. С. 143.
7. *Шалыт М.С.* Методика изучения морфологии и экологии подземной части отдельных растений и растительных сообществ // Полевая геоботаника. М.; Л.: Наука, 1960. Т. 2. С. 369–447.
8. *Работнов Т.А.* Луговедение. М.: МГУ, 1984. С. 326–347.
9. *Залибеков З.Г.* Почвы Дагестана. Махачкала, 2010. 241 с.

*Поступила в редакцию 06.08.2021 г.  
Принята к печати 30.09.2022 г.*