



волосняном покрове). Следует также отметить довольно высокие показатели КН (в этом районе) для мышьяка и кобальта.

То есть, миграция и накопление ТМ в пищевой цепи агроэкосистем характеризуется различной направленностью и интенсивностью. Так, в звене почва/растение интенсивность транслокационного показателя не всегда сопровождается возрастанием содержания ТМ в растениях ($КН > 1$), но может наблюдаться и снижение градиентов концентраций ($КН < 1$). На последующем уровне наблюдается тенденция возрастания величин КН и нарастание концентраций ТМ в организме животных (особенно в критических органах). Так, если в Городищенском районе $КН > 1$ для звена «растения/почва» идет по 3 элементам (Cd, Zn, Cu), то для звена «животные/растения» – по 5 (Cd, Pd, Zn, Hg и Cu).

Следует отметить, что кровь, молоко коров, кровь и шерсть (волосняной покров) овец, являются очень удобными для оценки содержания ТМ в организме сельскохозяйственных животных. Так как в этом случае исключается их забой.

Таким образом, на количественное накопление ТМ в продуктах скотоводства (молоко, мясо, шерсть) в пастбищный период влияет комплекс факторов: количество выбросов в атмосферу и ее загрязнение, содержание ТМ в снеговом покрове, воде и кормах рациона. Для обеспечения безопасности производимой продукции необходим регулярный мониторинг пастбищных экосистем и мероприятия, понижающие уровни содержания ТМ в природных средах. Кроме этого в условиях техногенной нагрузки, когда в качестве загрязнителей природной среды включается широкий спектр элементов, практической задачей выступает не только идентификация и оценка степени экологического неблагополучия и их профилактика, но и разработка методов, позволяющих анализировать изолированное влияние отдельных элементов, их комбинированное и комплексное воздействие.

Библиографический список

1. Давыдова С.Л. Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI века: Учебн. Пособие / С.Л. Давыдова, В.И. Тагасов. – М.: Изд. РУДН, 2002. – 140 с.
2. Доклад о состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2006 году. – Волгоград: Панорама, 2007. – 256 с.
3. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас, пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
4. Миркин Б.М. Экология России / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова. – М., 1995. – 232 с.
5. Раскатов А.В. Агроэкологические аспекты транслокации тяжелых металлов в почве и растениях: Автореф. дисс. на соиск. учен. степ. канд. с.-х. наук / А.В. Раскатов. – М., 2000. – 20 с.
6. Черных Н.А. Тяжелые металлы и радионуклиды в биогеоценозах: Учебное пособие / Н.А. Черных, М.М. Овчаренко. – М.: Агроконсалт., 2002. – 200 с.

УДК 581.9

ДИНАМИКА ПРОДУКТИВНОСТИ НАДЗЕМНОЙ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ ЭКОСИСТЕМ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

© 2008. Назаренко О.Г., Кумачева В.Д.
Донской государственной аграрный университет

В статье представлены результаты четырехлетних исследований продуктивности экосистем с различным уровнем антропогенной нагрузки. Установлено, что продуктивность, выраженная в величине биомассы, является информативным показателем, обеспечивающим возможность оценки не только природных условий формирования степного фитоценоза, но и уровня антропогенной нагрузки.



The article shows the results of 4-years research of productivity of ecosystems with various level of anthropogenous influence. It is established that productivity, expressed in the sирe of biomass is an informative index, providing with possibility to estimate both climatic conditions of steppe phytocenosis forming and level of anthropogenous influence.

Естественные кормовые угодья являются важным резервом увеличения производства дешевых и высокопитательных кормов, поэтому рациональное использование и улучшение степных фитоценозов – одна из актуальных проблем сельского хозяйства.

В Ростовской области доля земель, не занятых под пашню, составляет 30%, из которых половина деградирована, к тому же в восточной части области более 50% территории подвержено опустыниванию. Для региона характерна высокая антропогенная нагрузка на оставшиеся природные экосистемы [1]. Чрезмерные пастбищные нагрузки способствуют развитию процессов пастбищной дигрессии, при которых происходит снижение продуктивности и биологического разнообразия экосистем.

Пастбищная дигрессия в последние годы приобретает все более острый и масштабный характер, что делает восстановление деградированных пастбищ и регулирование выпаса животных важнейшими задачами современной агроэкологии. В то же время ослабление пастбищных нагрузок обуславливает постпастбищную демутиацию. Данные о постпастбищной демутиации необходимы для управления степными особо охраняемыми территориями. Поэтому актуально изучение динамики продуктивности степных экосистем и время, которое нужно для восстановления их биоразнообразия.

Объекты и методы исследования. На территории Октябрьского района Ростовской области выбраны пять объектов степных экосистем с разным уровнем антропогенной нагрузки: заповедник «Персиановская степь» – пример естественной экосистемы, северная и южная отхожины балки Хорули и Панская балка – естественные экосистемы с разным уровнем пастбищной нагрузки и заброшенный карьер. На территории каждого из объектов площадью 1-1,5 га в двух точках закладывали по пять пробных площадок (0,3 x 0,33 м). Периодичность наблюдений – один раз в месяц, продолжительность с мая по август. Определялась динамика продуктивности растительности, производился учет надземной вегетативной массы с единицы площади путем скашивания на уровне почвы, высушивания до воздушно – сухого состояния и взвешивание проб.

Характеристика выбранных фитоценозов. Персиановская заповедная степь является примером сохранения естественной целинной растительности в центре агроландшафта с интенсивным сельскохозяйственным производством. Он с наибольшей полнотой сохраняет черты растительности первобытных степей Приазовья, теперь почти полностью распаханых. По растительности (видовому составу, структуре и особенностям развития травостоя) «Персиановская степь» относится к особому, ксерофитному, варианту приазовских степей. Заповедник находится в подзоне типчаково – ковыльной степи. Среди жизненных форм господствуют травянистые растения многолетники – их более 75%, это плотнокустовые злаки, корневищные, стержнекорневые растения.

В целом на территории заповедника сохраняется разнообразие, характерное для целинной степной растительности, но в связи с олуговением, которое связано с процессом мезофитизации растительности, происходят изменения в численности отдельных популяций. Пырей ползучий (*Elytrigia repens*) и пырей средний (*Elytrigia intermedia*) местами образуют обширные пятна бидоминантных сообществ. В травостое эфемеры (крупка весенняя, вероника весенняя) и эфемероиды (мятлик луковичный, тюльпаны, гусиные луки) принимают слабое участие. Пятна олуговевшей степи распространены по всей площади заповедника.

Точки наблюдения характеризуют две позиции мезорельефа, нашедших отражение на территории заповедника: выровненный участок – точка 1 и верховье ложбины – точка 2. Основанием для закладки точек наблюдения именно в этих местах является предполагаемое различие в перераспределении поверхностного стока.



Балка Хорули расположена на территории учебного хозяйства «Донское» Ростовской области, она представлена южной и северной отнoжинами. Панская балка находится на территории ст. Краснокуковская Ростовской области.

Являясь сохранившимися участками естественной растительности, балка Хорули и Панская балка подвергаются интенсивному антропогенному воздействию (чрезмерный выпас скота, скашивание травостоя, изъезженные автотранспортом дороги и др.). Наблюдается большая сбитость, вытаптывание и уплотнение почвы на территории этих объектов. Раннее выедание ценных кормовых растений приводит к снижению видового разнообразия.

В целом флористический состав пастбищ балки Хорули и Панской балки сохраняет типичные для степной зоны черты, фитоценоз можно считать устойчивым, однако в связи с дигрессией пастбищ на сбитые участки активно внедряются сорные многолетние виды (пырей, амброзия полыннолистная, вьюнок, молочай, осот и др.).

Точки наблюдения на отнoжинах балки Хорули и на территории Панской балки заложены на участках разных по степени увлажнения и интенсивности антропогенной нагрузки: точка 1 – на более выровненном и увлажненном, точка 2 – на склоне с более высокой пастбищной нагрузкой.

Пятым объектом выбран заброшенный карьер, который до 1983 г. использовался для добычи песка и ракушечника. До 1990 г. по дну карьера проходила полевая дорога. Карьер расположен в Октябрьском районе на склоне реки Грушевка непосредственно за жилыми постройками ст. Краснокуковская. Уклон осыпей 60%, диаметр 300 – 400 м. Дно карьера песчаное.

Процесс естественного самозарастания песков продолжается 40-60 лет [2], в настоящее время зарастание происходит в основном бурьянной и сорной растительностью (амброзией полыннолистной, пижмой обыкновенной, цикорием обыкновенным, полынью, пыреем и т.д.). Преобладание представителей семейства Астровых во флористическом составе карьера говорит о ксерофитизации растительности.

На заброшенном карьере точка 1 была размещена на выровненном участке, а точка 2 – в микропонижении.

Результаты исследований. Основным изучаемым показателем была выбрана продуктивность растительных сообществ. Она зависит от условий года: количества влаги, температурного режима; обеспеченности растений элементами минерального питания, степенью антропогенной нагрузки и длительностью вегетационного периода растений.

В растительных фитоценозах обычно изучается первичная продуктивность, которая оценивается при определении массы растений (фитомассы), в состав которой входят их живые и отмершие органы. Общая масса органов растений образует его фитомассу или биомассу, если подразумевают живые органы растений [3]. В проведенных исследованиях использовали показатель величины надземной зеленой массы трав (биомассы), который представлен в табл. 1. Он иллюстрирует изменение надземной массы травянистой растительности по объектам исследования и точкам наблюдения во временном периоде.

Установлено, что средняя продуктивность травянистой растительности по пяти площадкам на заповеднике «Персиановская степь» варьировала от 3,0 до 8,6 т/га. По литературным данным производительность типчаково-ковыльных степей сравнительно небольшая: они дают по 5,0-7,0 т с 1 гектара [2]. Валовой урожай растительной массы на несбитой целине понижается по мере перехода от менее ксерофильных к более ксерофильным типам. В богатой настоящей степи он составляет в средние по погодным условиям годы от 1,5 до 2,0 т/га сухой массы [4]. Исследованиями, проведенными Удаловым В.В., установлено, что продуктивность заповедника «Персиановская степь» составляет 4,0-5,0 т/га.

Для южной отнoжины балки Хорули этот показатель изменяется от 1,6 до 4,68 т/га, для северной отнoжины – от 1,48 до 4,04 т/га. По литературным данным известно, что в сильно сбитой степи продуктивность зеленой массы падает до 0,8-1 т/га [4]. Производительность балок, даже относящихся к одному и тому же типу, колеблется в широких пределах. Несбитые степные балки дают от 0,8 до 1,2 т/га сухой поедаемой массы, а сухостепные и засоленные – от 0,6 до 1 т/га. Степ-



ные балки в сильно сбитом состоянии дают от 0,6 до 0,8 т/а сухой поедаемой массы, а сухостепенные и засоленные – от 0,5 до 0,7 т. При очень сильном сбое урожайность балок всех типов колеблется от 0,2 до 0,4 т/га [5].

Панская балка занимает особое положение, продуктивность колеблется от 1,92 до 6,52 т/га, что свидетельствует о меньшей степени сбитости, а, следовательно, и пастбищной нагрузки, по сравнению с балками Хорули.

Различия по продуктивности между растительными сообществами двух точек наблюдения одного объекта исследования являются информативным показателем формирования фитоценоза в зависимости от абиотических факторов.

Установлено, что для заповедника «Персиановская степь» в период 2002 г. различия по продуктивности между точками были достоверны в начале вегетации и в конце вегетации (табл. 1). В 2003 г. наблюдалось чередование достоверности различий по точкам через месяц.

В 2004 г. достоверными были различия только в конце вегетационного периода, а в 2006 г., наоборот, в начале вегетационного периода достоверность подтверждается, а в конце – нет. Сопоставляя данные с метеорологическими показателями (табл. 2) можно отметить, что выявленные закономерности формирования продуктивности фитоценоза на разных элементах мезорельефа объекта «Персиановская степь» определяются выпавшими осадками. Именно благополучно складывающееся атмосферное увлажнение 2006 г. способствовало высокой продуктивности травянистой растительности в ложбине, а не на выравненном участке. Отсутствие достоверных различий в августе этого года было связано с высокими значениями температуры воздуха.

На южной отложине балки Хорули отмечены достоверные различия в величине продуктивности для июня, августа 2003 г., и в начале и середине вегетационного периода для 2004 г. На северной отложине не было достоверных различий в течение всего периода исследований. Накопление надземной массы в Панской балке достоверно в течение всего 2002 г., в 2003 г. в июне, августе и 2004 и 2006 гг. в июне-июле.

Достоверности различий между точками наблюдений в заброшенном карьере не выявлено.

Таблица 1

**Продуктивность надземной зеленой массы травянистой растительности
(средний показатель по 5 площадкам, т/га)**

Объекты исследований		2002				2003				2004				2006				по годам	
		май	июнь	июль	август	min	max												
Заповедник «Персиановская степь»	1 т	4,88	4,44	7,08	3,68	4,72	4,28	6,64	4,08	4,32	4,68	7,08	3,80	5,72	7,16	7,28	3,00	3,00	8,76
	2 т	4,24	5,48	7,36	4,92	5,00	6,04	7,16	5,12	4,84	5,08	8,21	4,80	6,81	8,76	7,72	3,20		
Балка Хорули южная отложина	1 т	2,96	3,04	2,84	1,96	3,24	3,28	3,88	2,08	3,20	3,72	3,60	2,8	3,80	4,32	4,20	1,60	1,60	4,68
	2 т	2,76	3,36	3,16	2,28	3,64	3,80	4,04	2,52	4,16	4,36	4,68	3,08	3,76	4,60	4,48	2,08		
Балка Хорули северная отложина	1 т	2,84	3,00	3,16	1,72	3,00	2,68	3,04	2,00	2,88	2,96	2,88	1,84	3,36	4,00	4,16	1,48	1,48	4,04
	2 т	2,60	2,96	3,24	1,92	2,88	2,84	3,00	2,16	2,76	3,16	3,08	2,04	3,60	4,04	4,08	1,52		
Панская балка	1 т	2,84	3,84	4,40	2,64	2,92	4,84	4,56	2,24	3,64	4,52	4,40	3,24	3,80	5,24	4,80	1,92	1,92	6,52
	2 т	3,48	4,72	5,40	3,28	3,28	5,24	5,08	3,20	3,80	6,28	6,01	3,76	3,96	6,52	6,44	2,24		
Карьер заброшенный	1 т	3,40	4,16	4,24	2,40	3,12	4,28	4,36	2,26	3,64	4,56	4,28	2,52	4,00	4,92	4,80	1,92	1,92	5,16
	2 т	3,16	4,32	4,33	2,80	3,24	4,04	4,60	2,56	3,72	4,75	3,92	2,76	4,00	5,16	4,68	2,2		
НСР ₀₅		0,50	0,47	0,47	0,51	0,50	0,43	0,54	0,34	0,54	0,50	0,55	0,50	0,71	0,72	0,65	0,51		



Таблица 2

Данные метеорологических наблюдений (метеостанция Персиановка)

Год исследования		май	июнь	июль	август	сумма/сред.
200	осадки, мм	22,5	50,9	4	14,4	92
2	температура воздуха, С°	15,9	20,1	27,4	22,2	21,4
200	осадки, мм	5	29,9	80,2	11,2	126
3	температура воздуха, С°	19,2	18,8	21,6	22,5	20,5
200	осадки, мм	46,2	61,9	38,7	77,4	224
4	температура воздуха, С°	15,7	19,2	23,1	23,7	20,4
200	осадки, мм	69,9	106,3	21,4	60,7	258
6	температура воздуха, С°	16,2	22,1	22,4	27,5	22,1

Таким образом, в менее деградированных системах (в Панской балке и на южной отложине балки Хорули) различия в продуктивности между точками наблюдения связаны, в первую очередь, с атмосферным увлажнением и перераспределением поверхностного стока.

Для объектов, испытывающих интенсивную антропогенную нагрузку, различий между точками не наблюдалось. Вероятно, антропогенная нагрузка для них настолько сильна, что нивелирует действие природных абиотических факторов.

Установлено постепенное накопление биомассы фитоценозов с мая по июль месяцы. Однако на разных объектах и точках наблюдения интенсивность этого процесса имеет свои особенности. Математическая обработка достоверности результатов продуктивности наземной зеленой массы в период вегетации растений (табл. 3) показала, что для «Персиановской степи» различия продуктивности за вегетационный период достоверны за исключением некоторых случаев: в 2004 г. – для мая-июня и в 2006 г. – июня-июля. Следовательно, в естественных условиях существует этапность в накоплении зеленой массы, определяемая календарным периодом. Такая же тенденция отмечается и для карьера заброшенного – точка 2.

Общей закономерностью является наличие достоверных различий в продуктивности фитоценозов в период июля-августа месяца по всем объектам и по всем годам исследования, а также нивелирование темпов накопления зеленой массы к июлю-августу. Отмечено, что максимум продуктивности на всех объектах приходится на июнь-июль, а минимум – на август месяцы. Продуктивность обусловлена различным количеством выпавших осадков за вегетационный период и вступлением в фазу цветения в июне-июле высокорослого разнотравья. В августе месяце, после отцветания разнотравья, доля злаков возрастает, и продуктивность травянистой растительности снижается, так как злаковые уступают по биомассе.

Сравнивая данные по годам, можно отметить, что наибольшая продуктивность зеленой массы растений наблюдалась в 2006 г., а наименьшая в 2002 г. на всех объектах исследования (табл. 4). Это связано с тем, что 2002 г. по сравнению с 2003, 2004 и 2006 гг. был самым засушливым (с мая по август выпало 92 мм осадков, (табл. 2), в то же время, в благоприятных для роста трав условиях 2006 г. (май-август – 258 мм) сформировался более густой и высокорослый травостой.

По величине продуктивности объекты выстраиваются в следующий ряд: заповедник «Персиановская степь», Панская балка, карьер заброшенный, балка Хорули южная отложина и балка Хорули северная отложина.

Данная закономерность прослеживается во все годы наблюдений.

Таблица 3

Результаты математической обработки достоверности различий продуктивности фитоценозов

Объекты	2002г.	2003 г.	2004 г.	2006 г.
---------	--------	---------	---------	---------



исследований		май июнь	июнь июль	июль август									
Заповедник «Персиановская степь»	НСР ₀₅ 1Т	0,15 +	0,39 +	0,86 +	0,29 +	0,17 +	0,26 +	– 0	0,32 +	0,67 +	0,39 +	0,47 0	0,74 +
	НСР ₀₅ 2Т	0,39 +	0,53 +	0,72 +	0,32 +	0,22 +	0,40 +	– 0	0,43 +	0,80 +	0,65 +	0,54 +	0,69 +
Балка Хорули южная отно- жина	НСР ₀₅ 1Т	0,67 0	– 0	0,31 +	0,40 0	– 0	0,43 +	– 0	0,47 0	0,30 +	– 0	0,42 0	0,46 +
	НСР ₀₅ 2Т	0,35 +	– 0	0,21 +	– 0	– 0	0,33 +	– 0	0,15 +	0,52 +	0,36 +	0,67 0	0,39 +
Балка Хорули северная от- ножина	НСР ₀₅ 1Т	– 0	– 0	0,37 +	– 0	– 0	0,34 +	0,53 0	0,56 0	0,38 +	0,26 +	– 0	0,30 +
	НСР ₀₅ 2Т	0,20 +	– 0	0,55 +	0,19 0	0,68 0	– 0	– 0	0,51 0	0,15 +	– 0	0,68 0	0,55 +
Панская бал- ка	НСР ₀₅ 1Т	0,68 +	– 0	0,16 +	0,47 +	– 0	0,23 +	0,46 +	0,56 0	0,44 +	0,50 +	– 0	0,34 +
	НСР ₀₅ 2Т	0,30 +	0,20 +	0,30 +	0,60 +	– 0	0,43 +	0,45 +	– 0	0,40 +	0,76 +	0,52 0	0,43 +
Карьер заброшенный	НСР ₀₅ 1Т	0,38 +	– 0	0,42 +	0,38 +	– 0	0,43 +	0,40 +	0,15 +	0,21 +	– 0	0,61 0	0,27 +
	НСР ₀₅ 2Т	0,26 +	0,32 0	0,42 +	0,39 +	0,24 +	0,19 +	0,39 +	0,29 +	0,40 +	0,48 +	0,18 +	0,42 +

+ – различия достоверны P_{05} , 0 – различия не достоверны.

Это связано с тем, что в заповеднике «Персиановская степь» продуктивность служит показателем природных условий и потенциальных возможностей территории, сформированных ее коренной, неизменной человеком, растительностью [4]. Снижение продуктивности фитоценозов Панской балки является следствием ксерофитизации и обеднения видового состава. В карьере заброшенном продуктивность обеспечивают высокорослые бурьянные и сорные виды, находящиеся в более благоприятных по увлажнению условиях, однако, даже при этом, они не могут соперничать с более богатым видовым разнообразием «Персиановской степи» и Панской балки. Балки Хорули менее продуктивны из-за ксерофитизации и интенсивного сжоя, вызванного нерегулируемым выпасом.



Таблица 4

Продуктивность наземной зеленой массы травянистой растительности за период исследования, т/га

Объекты исследований		2002 г.	2003 г.	2004 г.	2006 г.	Средние	
Заповедник «Персиановская степь»	1 т.	5,02	4,93	4,97	5,79	5,18	5,55
	2 т.	5,50	5,83	5,73	6,62	5,92	
Балка Хорули южная отложина	1 т.	2,70	3,12	3,33	3,48	3,16	3,35
	2 т.	2,89	3,50	4,07	3,73	3,55	
Балка Хорули северная отложина	1 т.	2,68	2,68	2,64	3,25	2,81	2,84
	2 т.	2,68	2,72	2,76	3,31	2,87	
Панская балка	1 т.	3,43	3,64	3,95	3,94	3,74	4,14
	2 т.	4,22	4,20	4,96	4,73	4,54	
Карьер заброшенный	1 т.	3,55	3,48	3,75	3,91	3,67	3,72
	2 т.	3,65	3,61	3,79	4,01	3,76	
НСР ₀₅		0,71	0,68	0,89	0,69	0,74	

Заключение. Продуктивность, выраженная величиной биомассы, является важным информативным показателем, обеспечивающим возможность оценки природных условий формирования степного фитоценоза и уровня антропогенной нагрузки.

Для всех объектов исследования, независимо от уровня антропогенной нагрузки, максимум продуктивности приходится на июнь-июль, а минимум – на август месяцы.

Естественные экосистемы, испытывающие в той или иной степени антропогенную нагрузку, отличаются по величине продуктивности от ненарушенных систем в 1,4 раза.

Библиографический список

1. Балаш А.П. Растительность Дона. – Ростов-на-Дону, 1955. – 80 с.
2. Горбачев Б.Н. Естественные сенокосы и пастбища Ростовской области. – Ростов-на-Дону, 1967. – 142 с.
3. Горбачев Б.Н. Растительность и естественные кормовые угодья Ростовской области. – Ростов-на-Дону, 1974. – 152 с.
4. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Ростовской области в 1997 году». – Ростов-на-Дону, 1998. – 165 с.
5. Работнов Т.А. Фитоценология. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978. – 384 с.