

УДК 631.584:633.13+633.367

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛУГОВЫХ АГРОЭКОСИСТЕМ, СОЗДАНЫХ
НА ПОЙМЕННЫХ ЗЕМЛЯХ Р.СОЖ**

Н.М.Дайнеко, кандидат биологических наук

Л.М.Сапегин, доктор биологических наук

С.Ф.Тимофеев, кандидат сельскохозяйственных наук

УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»

Ключевые слова: агроэкосистема, пойма, продуктивность, плотность, онтогенетическая структура

Введение

Создание луговых агроэкосистем, которые высоко отзывчивы на внесение удобрений, орошение и другие приемы ухода, – важнейший путь интенсификации лугопастбищного хозяйства. Решение задачи возможно на основе комплексного изучения всех компонентов луговых агроэкосистем. Это позволит выявить взаимосвязи протекающих в них процессов и разработать пути управления ими с целью повышения биологической продуктивности, продления их функционирования [1].

При создании и продолжительном использовании луговых агроэкосистем одной из проблем является поддержание стабильного существования агроценопопуляций (АЦП) и слагающих их элементов (онтогенетических групп и особей). Для этого необходимо выяснить, как происходит перестройка онтогенетической структуры, темпов развития, длительности существования онтогенетических групп и т.д. под влиянием разных экологических факторов. Основное внимание при изучении динамики популяций растений обычно уделяют изменению численности особей. Плотность особей является одним из важнейших показателей жизненного состояния ценопопуляций и позволяет судить о темпах развития особей, определять жизненное состояние вида в ценозе и оптимальные условия существования популяций [2].

Изучение динамики плотности АЦП луговых агроэкосистем представляет несомненный интерес, так как заранее известен их абсолютный возраст. Это дает возможность проследить изменение плотности и ход отмирания особей с момента посева до выпадения их из состава агроэкосистемы при постоянной частоте стравливания за пастбищный сезон на протяжении длительного периода времени [3-8].

Объекты и содержание исследований

В 2006-2009 гг. нами изучались продуктивность и ценопопуляционная структура видов на сеянном травостое, созданном осенью 2004 г. в пойме р. Сож (КСУП им. Ленина Гомельского района Гомельской области). В состав травосмеси были включены следующие

щие виды многолетних трав (кг/га): ежа сборная (6) + кострец безостый (8) + тимopheевка луговая (8). В этом посеве были заложены два опытных участка размером 5×10 м в 4-кратной повторности с вариантами: контроль (без удобрений) и N₆₀P₄₅K₆₀ кг/га. Весной под первый укос вносилось N₃₀P₄₅K₆₀ кг/га и после второго укоса N₃₀ кг/га. Использование травостоя двухукосное, отчуждение в фазе «начало цветения».

Почва первого опытного участка аллювиально-луговая легкосуглинистая, ее агрохимическая характеристика следующая: рН в KCl – 6,61; подвижный фосфор – 13,81 мг/100 г; гумус – 3,78 %; калий – 5,86 мг/100 г почвы. Почва второго опытного участка аллювиально-луговая связноsupесчаная, ее агрохимическая характеристика: рН в KCl – 6,85, подвижный фосфор – 5,67 и калий – 3,71 мг/100 г; гумус – 4,69 %.

Ценопопуляционную структуру доминантных видов луговых экосистем изучали путем закладки учетных площадок размером 25×25 см случайным методом в 5-7-кратной повторности.

Результаты и обсуждение

Результаты изучения урожайности двух опытных участков представлены в табл.1. Анализ показывает, что наибольшей урожайностью в обоих вариантах опыта отличалась ежа сборная. Ее доля в формировании урожая за вегетационный сезон в 2006 г. в контроле составила 52,0 %, в 2007-2009 гг. 49,1; 47,0 и 60,4 % от сухой массы; в удобренном варианте, соответственно, 62,7; 59,1; 63,6 и 69,9 %. Почти в три раза меньше было участие в урожае тимopheевки луговой и костреца безостого. Еще ниже было участие разнотравья: в контроле в 2006 г. – 4,1 %, в 2007-2009 гг. – 17,7; 12,1 и 15,7 %; в удобренном варианте, соответственно, 4,3; 6,9; 7,2 и 6,4 %. Наибольшая продуктивность травостоя отмечена в год закладки опыта (2006): в контроле – 51,6 и в удобренном варианте – 90,9 ц/га сухой массы.

Наименьшая урожайность отмечена в 2007 г.: в контроле 34,4 ц/га и при внесении удобрений – 64,1 ц/га сухой массы, что связано, на наш взгляд, с недостатком осадков в вегетационный сезон (апрель – сентябрь), их выпало 238,4 мм, что составляет 64,6 % от средней многолетней нормы (369 мм) осадков. В 2008 г. урожайность увеличилась по сравнению с урожайностью 2007 г. за счет большей урожайности в первом укосе, когда наблюдалось интенсивное выпадение осадков, тогда как во втором укосе она резко уменьшилась ввиду повышения температуры в августе. В 2009 г. урожайность на 1,5 ц/га сухой массы была выше, чем в 2008 г.

Аналогичные закономерности отмечались и во втором опыте. Следует отметить, что здесь уже в формировании урожая большее участие принимала тимopheевка луговая, так как ежа сборная в 2005 г. пострадала от весеннего половодья и значительная ее часть выпала из состава травостоя.

В составе травосмесей наибольшей урожайностью отличалась тимopheевка луговая. Ее участие в формировании урожая по годам исследований колебалось в контроле

Таблица 1 – Урожайность сеного луга в пойме р. Сож в 2006-2009 гг. на первом (1) и втором участках (2)

Виды растений	Год	Урожайность, ц/га сухой массы											
		I укос				II укос				Всего			
		Контроль (без удобрений)		N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀ , кг/га		Контроль (без удобрений)		N ₃₀ , кг/га		Контроль (без удобрений)		с удобрением	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
2006	Ежа сборная	21,2	7,3	45,2	12,6	7,4	3,8	13,6	4,4	28,6	11,1	58,8	17,0
	Кострец безостый	6,3	5,6	10,5	8,7	3,2	2,4	3,1	3,8	9,5	8,0	13,6	12,5
	Тимофеевка луговая	5,7	15,2	10,2	38,3	3,5	6,2	5,1	11,3	9,2	21,4	15,3	49,6
	Внедрившиеся виды	2,1	4,1	1,8	3,6	2,2	2,2	1,4	1,9	4,3	6,3	3,2	5,5
	Всего	35,3	32,2	67,7	63,2	16,3	14,6	23,2	21,4	51,6	46,8	90,9	84,6
	HCP _{0,5} ц/га									2,8	1,8	3,1	2,2
2007	Ежа сборная	10,4	3,4	25,4	5,1	6,5	2,2	12,5	3,2	16,9	5,6	37,9	8,3
	Кострец безостый	3,2	4,7	6,8	6,2	2,1	2,0	3,6	2,9	5,3	6,7	10,4	9,1
	Тимофеевка луговая	3,7	8,1	7,3	25,7	2,4	3,6	4,1	10,7	6,1	11,7	11,4	36,4
	Внедрившиеся виды	3,4	5,2	2,9	3,4	2,7	3,1	1,5	2,8	6,1	8,3	4,4	6,2
	Всего	20,7	21,4	42,4	40,4	13,7	10,9	21,7	19,6	34,4	32,3	64,1	60,0
	HCP _{0,5} ц/га									2,7	2,3	2,5	1,9
2008	Ежа сборная	16,6	3,9	35,3	8,6	5,9	1,2	14,1	2,2	22,5	5,1	47,7	10,8
	Кострец безостый	3,4	4,2	8,3	7,3	1,5	1,1	3,0	1,8	4,9	5,3	11,3	9,1
	Тимофеевка луговая	3,9	13,6	6,9	33,6	0,7	2,5	3,7	3,6	4,6	16,1	10,6	37,2
	Внедрившиеся виды	3,6	5,7	2,2	1,7	0,8	1,8	1,5	1,3	4,4	7,5	5,4	3,0
	Всего	27,5	27,4	52,7	51,2	8,9	6,6	22,3	8,9	36,4	34,0	75,0	60,1
	HCP _{0,5} ц/га									3,3	2,4	2,8	2,6
2009	Ежа сборная	14,3	2,2	32,5	6,2	8,6	1,3	20,4	2,8	22,9	3,5	52,9	9,0
	Кострец безостый	2,8	3,1	6,1	5,7	1,9	1,2	3,5	2,5	4,7	4,3	9,6	8,2
	Тимофеевка луговая	3,2	12,4	5,2	31,2	0,9	4,4	3,9	12,8	4,1	16,8	9,1	44,0
	Внедрившиеся виды	4,5	7,2	3,1	2,8	1,4	2,9	1,9	9,6	5,9	10,1	4,9	4,4
	Всего	24,8	24,9	46,9	45,9	12,8	9,8	9,6	19,7	37,6	34,7	76,5	65,6
	HCP _{0,5} ц/га									3,6	2,8	3,9	2,9

Таблица 2 – Динамика онтогенетического состава и плотности агроценопопуляций сенокоса в пойме р. Сож в 2006-2009 гг. первого (1) и второго (2) опытных участков

Онтогенетические группы	Вид растений, год	Плотность, особ./м ²									
		I укос					II укос				
		контроль (без удобрений)		N _{30P} 45K ₆₀ , кг/га		N ₃₀ , кг/га	контроль (без удобрений)		N _{30P} 45K ₆₀ , кг/га		N ₃₀ , кг/га
		1	2	1	2		1	2	1	2	
Средневозрастные генеративные	Ежа сборная, 2006	38,6 ± 1,92	9,8 ± 0,44	49,1 ± 2,94	10,7 ± 0,51	36,1 ± 1,98	7,9 ± 0,41	48,4 ± 2,46	8,2 ± 0,42	48,4 ± 2,46	8,2 ± 0,42
Старые генеративные		14,7 ± 0,88	4,7 ± 0,19	12,1 ± 0,62	5,9 ± 0,27	12,2 ± 0,69	3,4 ± 0,14	11,3 ± 0,76	5,1 ± 0,27	11,3 ± 0,76	5,1 ± 0,27
Всего		53,3	14,5	61,2	16,6	48,3	11,3	59,7	13,3	59,7	13,3
Средневозрастные генеративные	Ежа сборная, 2007	30,5 ± 1,7	7,4 ± 0,38	41,1 ± 2,4	8,1 ± 0,41	22,3 ± 1,3	5,7 ± 0,31	36,6 ± 2,7	7,6 ± 0,39	36,6 ± 2,7	7,6 ± 0,39
Старые генеративные		18,8 ± 0,71	3,2 ± 0,18	15,6 ± 0,67	4,3 ± 0,22	22,9 ± 0,88	3,2 ± 0,17	17,5 ± 0,77	4,1 ± 0,24	17,5 ± 0,77	4,1 ± 0,24
Всего		49,3	10,6	56,7	12,4	45,2	8,9	54,1	11,7	54,1	11,7
Средневозрастные генеративные	Ежа сборная, 2008	25,1 ± 1,41	5,6 ± 0,25	35,4 ± 1,84	6,8 ± 0,36	22,1 ± 1,28	3,2 ± 0,17	30,6 ± 1,49	5,2 ± 0,24	30,6 ± 1,49	5,2 ± 0,24
Старые генеративные		12,2 ± 0,63	2,8 ± 0,14	12,8 ± 0,67	3,9 ± 0,18	11,3 ± 0,71	2,8 ± 0,21	14,5 ± 0,79	3,2 ± 0,16	14,5 ± 0,79	3,2 ± 0,16
Всего		37,3	8,4	48,2	10,7	33,4	7,0	45,1	8,4	45,1	8,4
Средневозрастные генеративные	Ежа сборная, 2009	22,4 ± 1,12	3,7 ± 0,24	32,6 ± 2,11	4,6 ± 0,29	20,3 ± 1,27	2,9 ± 0,18	28,1 ± 1,54	4,1 ± 0,23	28,1 ± 1,54	4,1 ± 0,23
Старые генеративные		9,8 ± 0,58	1,9 ± 0,12	10,2 ± 0,57	2,5 ± 0,14	8,4 ± 0,44	1,4 ± 0,11	9,4 ± 0,49	2,2 ± 0,12	9,4 ± 0,49	2,2 ± 0,12
Всего		32,2	5,6	42,8	7,1	28,7	4,3	37,5	6,3	37,5	6,3
Средневозрастные генеративные	Кострец безостый, 2006	7,7 ± 0,43	14,6 ± 0,77	10,5 ± 0,54	17,1 ± 0,88	6,8 ± 0,28	9,5 ± 0,41	8,7 ± 0,51	14,2 ± 0,87	8,7 ± 0,51	14,2 ± 0,87
Старые генеративные		6,8 ± 0,38	5,1 ± 0,27	6,2 ± 0,34	5,3 ± 0,31	5,5 ± 0,31	4,1 ± 0,23	5,6 ± 0,29	4,7 ± 0,26	5,6 ± 0,29	4,7 ± 0,26
Всего		14,5	19,7	16,7	22,4	12,3	13,6	14,3	18,9	14,3	18,9
Средневозрастные генеративные	Кострец безостый, 2007	6,7 ± 0,32	11,5 ± 0,55	8,5 ± 0,41	14,7 ± 0,71	4,3 ± 0,23	7,6 ± 0,42	5,2 ± 0,26	12,4 ± 0,74	5,2 ± 0,26	12,4 ± 0,74
Старые генеративные		4,4 ± 0,28	6,3 ± 0,31	4,6 ± 0,29	5,8 ± 0,29	2,8 ± 0,15	4,17 ± 0,22	4,9 ± 0,27	3,5 ± 0,18	4,9 ± 0,27	3,5 ± 0,18
Всего		11,1	17,8	13,1	20,5	7,1	11,7	10,1	15,9	10,1	15,9
Средневозрастные генеративные	Кострец безостый, 2008	4,4 ± 0,25	9,2 ± 0,48	7,2 ± 0,41	12,3 ± 0,68	3,5 ± 0,18	6,3 ± 0,35	4,2 ± 0,22	10,8 ± 0,56	4,2 ± 0,22	10,8 ± 0,56
Старые генеративные		3,2 ± 0,18	4,4 ± 0,23	3,1 ± 0,16	3,9 ± 0,24	2,2 ± 0,11	3,8 ± 0,21	3,7 ± 0,19	2,8 ± 0,15	3,7 ± 0,19	2,8 ± 0,15
Всего		7,6	13,6	10,3 ±	16,2	5,7	10,1	7,9	13,6	7,9	13,6
Средневозрастные генеративные	Кострец безостый, 2009	3,1 ± 0,16	7,6 ± 0,47	6,4 ± 0,38	10,4 ± 0,64	2,9 ± 0,14	5,2 ± 0,33	3,8 ± 0,21	8,3 ± 0,49	3,8 ± 0,21	8,3 ± 0,49
Старые генеративные		2,2 ± 0,12	3,1 ± 0,18	2,6 ± 0,14	2,6 ± 0,12	1,3 ± 0,07	2,7 ± 0,15	1,9 ± 0,10	2,1 ± 0,12	1,9 ± 0,10	2,1 ± 0,12
Всего		5,3	10,7	9,0	13,0	4,2	7,9	5,7	10,4	5,7	10,4

Окончание табл. 2

Онтогенетические группы	Вид расте-ний, год	Плотность, особ./м ²									
		I укос					II укос				
		контроль (без удобрений)		N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀ , кг/га		контроль (без удобрений)	контроль (без удобрений)		N ₃₀ , кг/га		
1	2	1	2	1	2		1	2			
Средневозрастные генеративные	Тимофеев-ка луговая, 2006	7,3 ± 0,41	28,6 ± 1,61	8,3 ± 0,52	37,2 ± 2,19	5,5 ± 0,26	22,4 ± 1,25	6,1 ± 0,32	32,8 ± 1,91		
Старые генеративные		5,3 ± 0,26	13,8 ± 0,86	6,6 ± 0,31	9,1 ± 0,51	4,6 ± 0,19	14,4 ± 0,81	5,1 ± 0,26	10,9 ± 0,64		
Всего		12,6	42,4	14,9	46,3	10,1	26,8	11,2	43,7		
Средневозрастные генеративные	Тимофеев-ка луговая, 2007	6,5 ± 0,33	25,75 ± 1,5	6,8 ± 0,34	33,2 ± 1,7	4,7 ± 0,23	18,9 ± 1,12	5,2 ± 0,82	29,3 ± 1,7		
Старые генеративные		4,2 ± 0,36	12,6 ± 0,69	4,7 ± 0,29	10,3 ± 0,61	3,8 ± 0,22	13,3 ± 0,72	3,6 ± 0,18	11,6 ± 0,62		
Всего		10,7	38,3	11,5	43,5	8,8	32,2	8,6	40,9		
Средневозрастные генеративные	Тимофеев-ка луговая, 2008	3,1 ± 0,18	20,6 ± 1,15	5,2 ± 0,28	30,3 ± 1,87	2,6 ± 0,15	16,5 ± 0,12	3,8 ± 0,22	26,3 ± 1,25		
Старые генеративные		2,3 ± 0,12	8,8 ± 0,39	3,1 ± 0,17	8,1 ± 0,36	1,9 ± 0,11	11,9 ± 0,49	3,1 ± 0,19	8,5 ± 0,42		
Всего		5,4	29,4	8,3	38,4	4,5	28,4	6,9	34,8		
Средневозрастные генеративные	Тимофеев-ка луговая, 2009	2,6 ± 0,14	18,3 ± 1,15	4,6 ± 0,26	27,6 ± 1,54	2,2 ± 0,12	14,7 ± 0,82	3,2 ± 0,18	24,2 ± 1,35		
Старые генеративные		1,4 ± 0,07	6,2 ± 0,36	2,6 ± 0,12	6,4 ± 0,35	1,1 ± 0,07	9,6 ± 0,55	2,2 ± 0,13	7,8 ± 0,48		
Всего		4,0	24,5	7,2	34,0	3,3	24,3	5,4	31,8		

от 36,3 до 48,5 % и при внесении удобрений – от 58,7 до 67,1 % от общей урожайности сухой массы. Невысоким было участие ежи сборной и костреца безостого: ежи в контроле – 10,1-23,8, костреца – 12,4-20,8 %, в удобренном варианте – ежи 13,8-20,1, костреца – 12,5-15,2 %. Внедрившихся видов в контроле – 13,5-48,5, при внесении удобрений – 5,0-10,4 %.

Наибольшая урожайность отмечена в 2006 г., в последующие годы она характеризовалась стабильностью – 60,0-65,6 ц/га в удобренном варианте. Прибавка от внесения удобрений составила 26,1-37,8 ц/га сухой массы.

Результаты исследований динамики онтогенетического состава и плотности агроценопопуляций (особь/м²) сеяного луга поймы р. Сож двух опытных участков представлены в табл. 2. Из таблицы видно, что уже на третий год жизни онтогенетический состав сеяных видов во всех вариантах опыта состоял только из средневозрастных и старых генеративных растений, среди которых преобладали средневозрастные генеративные растения (60-70 %).

Наибольшая плотность особей на 1 м², как в контроле (без удобрений), так и в удобренном варианте отмечена у агроценопопуляции ежи сборной, которая в четыре раза и более превосходила плотность костреца безостого и тимopheевки луговой. Разница по плотности между кострецом безостым и тимopheевкой луговой на обоих вариантах опыта незначительна.

Динамика онтогенетического состава и плотности агроценопопуляций (особь/м²) второго опытного участка (табл. 2) имела такие же закономерности, как и в первом участке. Однако по плотности доминировала ценопопуляция тимopheевки луговой, а затем – костреца безостого и ежи сборной. Следует отметить, что на обоих опытных участках плотность особей уменьшалась от первого укоса ко второму. Так же происходила гибель особей и в осенне-зимний период.

Заключение

Внесение минеральных удобрений на сеяном травостое, созданном на естественном пойменном лугу, позволило увеличить урожайность в 1,9-2,1 раза по сравнению с контролем (без удобрений).

Многолетние наблюдения за агроценопопуляциями растений луговых агроэкосистем дали возможность установить длительность жизни онтогенетических групп, как в контроле, так и при внесении удобрений. Анализ полученных данных показал, что независимо от варианта опыта длительность жизни средневозрастных и старых генеративных онтогенетических групп агроценопопуляций изучаемых растений в обоих опытах была одинаковой и составляла 48 месяцев. Онтогенетическая структура и плотность особей видов-доминантов являются информативным материалом, позволяющим прогнозировать в дальнейшем существование видов на сеяном лугу.

Литература

1. Миркин, Б. М. Травосеяние и фитоценология / Б. М. Миркин [и др.] // Биол. науки. – 1984. – № 3. – С. 5-15.
2. Уранов, А. А. Жизненное состояние вида в растительном сообществе / А. А. Уранов // Бюлл. МОИП. Отд. биол. – 1960. – Т. 76, вып. 3. – С. 77-92.
3. Дайнеко, Н. М. Динаміка щчільнасці рослин у лугових агроценозах / Н. М. Дайнеко // Весці АН БССР. Сер. біял. навук. – 1986. – № 4. – С. 10-14.
4. Дайнеко, Н. М. Математическая модель динамики и плотности ценопопуляций луговых агроэкосистем / Н. М. Дайнеко, В. И. Мироненко // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 1998. – № 2. – С. 109-111.
5. Дайнеко, Н. М. Влияние экологических факторов на динамику плотности агроценопопуляции луговых агроэкосистем / Н. М. Дайнеко // Изв. Гомельск. гос. ун-та им. Ф. Скорины. – 2002. – № 3 (12) – С.40-53.
6. Сапегин, Л. М. Математическое моделирование функционирования луговых экосистем / Л. М. Сапегин [и др.] // Доклады НАН Беларусі. – 2002. – Т. 46. – С. 75-78.
7. Сапегин, Л. М. О математическом моделировании зависимости продуктивности луговых агроэкосистем от их плотности / Л. М. Сапегин [и др.] // Ефективність організації природничих практик в системі вищої освіти: Всеукраїнська наук.-практ. конф.: збірник наук. прац. – Херсон : Персей, 2002. – С. 104-107.
8. Сапегин, Л. М. Общие подходы и особенности математического моделирования функционирования природных и сеяных луговых экосистем / Л. М. Сапегин [и др.] // Изв. Гомельск. гос. ун-та им. Ф. Скорины. – 2003. – № 4 (19) – С. 102-107.

Summary

Daineko N., Sapegin L., Timofeev S. Efficiency of meadow agricultural ecosystems created at Sozh River sloughs

Due to perennial observations of agrocenological plants of meadow agricultural ecosystems researchers managed to estimate life length of ontogenetic groups during control and fertilization phase. Analysis of the data obtained shown, that, irrespective of the experiments, life length of middle-aged and old generative ontogenetic groups of agrocenological plants in both experiments was identical and accounted to 48 months. Ontogenetic structure and density of dominating species are very informative data with a possibility of further predictions for existence of grass species at sown meadow.

Поступила 15 апреля 2010 г.