

## ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ И УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ КОСТРЕЦА БЕЗОСТОГО В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

**Ключевые слова:** орошение, удобрения, многолетние травы, урожайность, качество корма, чернозём типичный, свойства почвы, гидротермический коэффициент Селянинова, водно-балансовая станция, поливная норма, экономическая эффективность.

### Введение

Стабильное обеспечение населения России мясом и молоком отечественного производства может быть достигнуто при объемах кормопроизводства на мелиорируемых землях на уровне не менее 30-40% от общей потребности в кормах, что обеспечивается путём внедрения инновационных технологий и адаптивно-ландшафтной системы земледелия [1].

По состоянию на 01.01.2011 года в Республике Башкортостан имеется около 35 тыс. га орошаемых земель сельскохозяйственного назначения. В структуре посевных площадей наибольшую долю (около 60%) занимают многолетние травы и естественные кормовые угодья.

Урожайность сена многолетних трав на орошаемых землях Республики Башкортостан за последние 5 лет составляла в среднем 21 ц/га. Этот невысокий показатель объясняется наличием на орошаемых землях старовозрастных травостоев, уменьшением количества вносимых минеральных удобрений, нарушением режима орошения и технологии возделывания многолетних трав.

Цель исследований – изучение влияния орошения и удобрений на урожайность костреца безостого. Задачи исследований: выявить оптимальную оросительную норму, потенциально возможную урожайность и продуктивное долголетие костреца безостого, оценить качество сена и определить экономическую эффективность производства сена в зависимости от возраста травостоя, применения орошения и удобрений.

### Объекты и методы

Опыты были заложены в 2001 г. на территории водно-балансовой станции (ВБС) Управления по мониторингу мелиорируемых земель (УММЗ) ФГУ Управление «Башмелиоводхоз» по схеме:

Вариант 1 – контроль (без орошения, без удобрений).

Вариант 2 – рекомендуемая доза удобрений  $N_{120}P_{120}K_{90}$ , без орошения.

Вариант 3 – орошение, без удобрений.

Вариант 4 – рекомендуемая доза удобрений  $N_{120}P_{120}K_{90}$ , с орошением [2].

Площадь учетной делянки – 50 м<sup>2</sup>. Повторность четырехкратная. Размещение вариантов в опытах систематическое. Кострец безостый был посеян в июне 2000 г. Удобрения вносились в виде аммофоса, хлористого калия и мочевины весной под боронование. Фенологические наблюдения и определение влажности почвы проводили по фазам роста и развития растения в течение вегетационного периода. Поливы дождеванием производились при снижении влажности расчётного слоя почвы не ниже 65% от наименьшей влагоёмкости (НВ). Учёт урожая проводили сплошным способом с обработкой результатов методом дисперсионного анализа. Агрофизические и агрохимические свойства почв определялись в лабораторных условиях, а водно-физические – в полевых условиях по общепринятым методикам.

Почвы опытного участка представлены черноземами типичными легкоглинистыми, имеющими хорошую структуру и оптимальную водопрочность (содержание агрономических ценных агрегатов от 0,25 до 3 мг составляет 21,8%). Агрохимические свойства почвы в горизонте  $A_1$  (0-35 см) следующие: содержание гумуса – 8%, рН=6,6, сумма поглощенных оснований – 53,5 мг·экв/100 г почвы, уровень обеспеченности легкогидролизуемым азотом – 19,6, подвижным фосфором – 2,84, обменным калием – 13,5 мг/100 г почвы.

Водно-физические свойства почвы опытного участка для слоя 0-50 см имеют следующие характеристики: плотность сложения – 1,13 г/см<sup>3</sup>, наименьшая влагоемкость – 31,4%, полная влагоемкость – 45,2% от массы почвы.

ВБС расположена в южной лесостепной зоне республики. Климат района континентальный, с продолжительной холодной зимой и теплым летом. По данным метеостанции Уфа-Дёма (близлежащей к ВБС), среднегодовая температура составляет +3,2°C. Максимум температур приходится на июль (+20,1°C), а минимум – на январь (-15,0°C). Средняя многолетняя годовая сумма осадков достигает 610 мм, из которых 298 мм выпадает в вегетационный период. Число дней с температурами выше +5°C составляет 175 дней, выше +10°C – 139 и выше +15°C – 90 дней. Сумма положительных температур воздуха за вегетационный период составляет 2535°C, активных температур выше +10°C – 2243°C, эффективных температур выше +10°C – 873°C.

### Результаты и их обсуждение

Метеорологические условия в годы проведения опытов (2001-2010 гг.) представлены в таблице 1.

За годы исследований наиболее засушливым по гидротермическому коэффициенту Селянинова (ГТК) в целом за весь вегетационный период оказался 2010 г., а наиболее влажным – 2002 г. За десятилетний период наблюдений только три года (2002, 2005, 2006) имели значения ГТК выше среднемноголетних, остальные семь лет, в том числе четыре последних – ниже среднемноголетних. Кроме того, сумма активных температур воздуха за все годы наблюдений была выше среднемноголетнего значения. Это свидетельствует об аридизации климата в зоне исследований.

Для поддержания влажности почвы в оптимальных пределах (в интервале между наименьшей влагоёмкостью и влажностью разрыва капилляров) в слое 0-50 см проводились поливы нормой от 300 до 700 м<sup>3</sup>/га в зависимости от предполивной влажности почвы [3]. Величина оросительной нормы в разные годы исследований колебалась от 900 до 3900 м<sup>3</sup>/га и зависела от складывающихся метеорологических условий вегетационного периода (табл. 2).

В годы проведения опытов весеннее отрастание многолетних трав наблюдалось

во второй – третьей декаде апреля, через 3-10 дней после схода снежного покрова. Первый укос проводился в третьей декаде июня, второй – в третьей декаде августа.

Обобщенные результаты учета урожайности многолетних трав свидетельствуют о важной роли орошения и применения минеральных удобрений в повышении продуктивности сеяных сенокосов (табл. 3).

Эффект от внесения рекомендуемой дозы минеральных удобрений выражен в большей степени, чем от орошения. Эта тенденция наблюдалась во все годы исследований, за исключением 2004 и 2010 гг., когда внесенные удобрения из-за малого количества осадков в мае-июне были плохо усвоены почвой. Максимальная прибавка урожайности от удобрений на богаре (102%) была получена в 2005 г., когда после внесения удобрений выпало большое количество атмосферных осадков. В среднем за весь период исследований на варианте 2 была получена прибавка 1,85 т/га сена, а на варианте 3 – 1,09 т/га.

Урожайность многолетних трав при совместном применении орошения и удобрений значительно превосходит урожайность, полученную на вариантах при раздельном их применении (табл. 3). Таким образом, орошение создает предпосылки для более эффективного использования удобрений, а удобрения, в свою очередь, способствуют более продуктивному использованию поливной воды. Максимальная урожайность на варианте 4 была достигнута на пятый год пользования травостоем и составила 11,02 т/га сена.

Во все годы исследований и на всех вариантах опытов урожайность сена многолетних трав первого укоса в 1,3-5,7 раза превышает урожайность сена многолетних трав второго укоса (табл. 3). В среднем за годы исследований доля урожая первого укоса составила по вариантам опыта от 62 до 70% от всего урожая за вегетацию. Это связано с тем, что высота травостоя перед первым укосом составляла по вариантам опыта от 87 до 103 см, а перед вторым укосом – от 29 до 46 см. И если перед первым укосом кострец безостый находился в фазе начала цветения, то перед вторым укосом он достигал лишь фазы выхода в трубку. Вероятно, это объясняется биологическими особенностями костреца безостого, для которого характерно максимальное формирование биомассы в первой половине вегетационного периода.

Таблица 1

Условия тепло- и влагообеспеченности в период вегетации многолетних трав

Год	Дата схода снежного покрова	Дата перехода ч/з		Сумма температур воздуха выше +10°C				Сумма осадков при температуре воздуха выше +5°C				Сумма осадков при температуре воздуха выше +10°C				ГТК			
		+5°C весна/осень	+10°C весна/осень	по периодам			по периодам			по периодам			по периодам			по периодам			
				1	2	3	4*	1	2	3	4*	1	2	3	4*	1	2	3	4*
2001	24.04	15.04/08.10	21.04/27.09	1008	1168	286	2462	152	74	54	280	152	74	28	254	1,50	0,63	0,98	1,03
2002	18.04	15.04/05.10	21.04/30.09	848	1133	336	2317	217	92	59	368	217	92	33	342	2,56	0,81	0,98	1,48
2003	17.04	17.04/08.10	05.05/28.09	821	1257	339	2417	217	59	12	288	188	59	8	255	2,29	0,47	0,24	1,06
2004	28.04	28.04/02.10	29.04/19.09	1019	1127	357	2503	71	128	73	272	71	128	40	239	0,70	1,14	1,12	0,95
2005	21.04	15.04/28.10	22.04/20.09	972	1261	287	2464	130	114	47	291	130	114	28	272	1,34	0,90	0,98	1,10
2006	13.04	11.04/30.09	03.05/16.09	895	1173	251	2319	162	94	70	326	135	94	58	287	1,51	0,80	2,31	1,24
2007	21.04	19.04/10.10	09.05/01.10	876	1240	384	2500	194	71	36	301	111	71	35	217	1,27	0,57	0,91	0,87
2008	19.04	19.04/01.10	27.04/23.09	866	1243	169	2278	93	114	83	290	73	99	16	188	0,80	0,80	0,95	0,83
2009	26.04	24.04/02.10	27.04/20.09	930	992	489	2411	50	55	78	183	50	55	75	180	0,54	0,55	1,53	0,75
2010	15.04	10.04/01.10	21.04/30.09	951	1568	439	2958	54	62	31	147	50	62	31	143	0,53	0,39	0,71	0,48
Средне многолетнее		17.04/09.10	03.05/19.09	891	1112	240	2243	113	117	68	298	95	117	33	245	1,07	1,05	1,38	1,09

Примечание. 1-й период – от начала вегетации до первого укоса, 2-й период – от первого до второго укоса, 3-й период – от второго укоса до конца вегетации; 4\* – весь период вегетации.

Величина оросительной нормы и распределение поливов в годы опытов

Годы опытов	Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га	Количество поливов/поливная норма, м <sup>3</sup> /га	
		до первого укоса	от первого до второго укоса
2001	900	-	3/300
2002	900	-	3/300
2003	900	-	3/300
2004	1200	2/300	2/300
2005	1200	1/300	3/300
2006	900	1/300	2/300
2007	900	-	3/300
2008	1200	1/300	3/300
2009	1200	2/300	2/300
2010	3900	2/300	1/500, 4/700

Эффект от орошения особенно проявлялся на урожае второго укоса, когда почвенная и атмосферная засуха сильно угнетали растения, произрастающие на богаре. Так, второй укос 2010 г. характеризовался прибавкой от орошения на 285%, а второй укос 2004 г. – всего на 12%. При этом в 2004 г. на контрольном варианте наблюдалась самая высокая за все годы опытов урожайность второго укоса. Межукосные периоды соответствующих лет характеризовались в 2010 г. как острозасушливые (ГТК – 0,39; осадки – 62 мм), в 2004 г. – как влажные (ГТК – 1,14; осадки – 128 мм).

Урожайность на контрольных вариантах находилась в прямой зависимости от выпадающих атмосферных осадков и возраста травостоя. В 2003 г. была достигнута максимальная урожайность, которая составила 6,34 т/га (за два укоса) при 276 мм выпавших за вегетационный период осадков. Минимальная урожайность была в 2010 г., где соответствующие показатели составили 0,94 т/га и 116 мм. В результате 10-летнего пользования травостой оказался сильно изреженным. На неорошаемом участке его густота составляла: перед первым укосом – 140 шт/м<sup>2</sup>, перед вторым укосом – 98 шт/м<sup>2</sup>, что в 4-5 раз меньше, чем в первые годы пользования травостоем.

Снижение урожайности на орошаемом варианте в 2002 г. по сравнению с 2001 и 2003 гг. связано со значительным недобором тепла в вегетационный период. Так, сумма эффективных температур воздуха в 2002 г. за период от весеннего отрастания до второго укоса составила всего 531°С при среднемноголетних значениях – 873°С.

В первые пять лет пользования травостоем (2001-2005 гг.) получена наибольшая прибавка сена: от применения орошения – 1,21 т/га, от применения удобрений – 2,83, от совместного применения орошения и удобрений – 4,42 т/га. В последующие пять лет (2006-2010 гг.) действие удобрений и орошения на изреженном травостое ослабевает, а прибавка составляет, соответственно, 0,98; 1,34 и 2,21 т/га. Кроме того, качество сена старовозрастного травостоя – 2-й и 3-й класс уступает качеству сена молодого травостоя – 1-й класс.

Применение орошения и удобрений позволило получить сено более высокого качества, по сравнению с контрольным вариантом. Так, на контрольном варианте содержание сырого протеина и кормовых единиц (к.е.) составляло в среднем 11,6% сухого вещества и 0,60 к.е., на варианте 2 – 12,7% и 0,60 к.е., на варианте 3 – 12,2% и 0,63 к.е., на варианте 4 – 13,1% и 0,65 к.е. соответственно.

Химический анализ корма показал увеличение содержания фосфора и калия в образцах сена, взятых с удобренных вариантов. Так, если на контрольном варианте содержание фосфора в сене составляет 0,2%, калия 0,96, то на удобренном варианте на богаре – 0,22 и 1,09%, а на удобренном варианте с орошением – 0,27 и 1,11% соответственно. Содержание нитратов в сене на удобренных вариантах возрастало до 400-600 мг/кг (контрольный вариант – 200-300 мг/кг), но не превышало ПДК (1000 мг/кг).

Расчет экономической эффективности производства сена показал, что орошение и удобрение рекомендуемой дозой молодых травостоев рентабельно (табл. 4).

Таблица 3

Урожайность сена многолетних трав, т/га

Годы	Варианты														НСР <sup>05</sup> *
	контроль			удобрения без орошения /прибавка, %			орошение без удобрений /прибавка, %			орошение с удобрениями /прибавка, %			всего		
	1-й укос	2-й укос	всего	1-й укос	2-й укос	всего	1-й укос	2-й укос	всего	1-й укос	2-й укос	всего			
2001	4,49	1,24	5,73	-	-	-	4,49/0	2,62/111	7,11/24	-	-	-	0,37		
2002	4,21	1,52	5,73	5,04/20	2,43/60	7,47/30	4,21/0	2,11/39	6,32/10	5,04/20	3,18/109	8,24/44	0,27		
2003	4,44	1,90	6,34	7,23/63	2,65/39	9,88/56	4,44/0	2,71/43	7,15/13	7,23/63	3,03/59	10,23/61	0,15		
2004	2,75	2,07	4,82	3,63/32	2,67/30	6,30/31	4,19/52	2,31/12	6,50/35	7,18/161	2,83/37	10,01/108	0,45		
2005	3,37	1,33	4,70	6,71/99	2,80/110	9,51/102	3,97/18	2,31/74	6,28/34	7,33/118	3,69/177	11,02/134	0,59		
2006	2,45	1,32	3,77	3,41/39	2,23/69	5,64/50	3,32/36	2,10/59	5,43/44	3,75/53	2,37/80	6,12/62	0,38		
2007	2,81	1,27	4,08	4,12/47	1,73/36	5,85/43	2,81/0	2,07/63	4,88/20	4,12/47	2,71/113	6,83/67	0,41		
2008	2,35	0,99	3,34	3,48/48	1,35/36	4,83/45	2,73/16	1,71/73	4,44/33	3,86/64	2,24/126	6,10/83	0,29		
2009	1,90	0,63	2,53	2,53/33	1,25/98	3,78/49	2,02/6	1,12/78	3,14/24	3,02/59	1,61/156	4,63/83	0,15		
2010	0,80	0,14	0,94	1,02/28	0,22/36	1,24/32	1,10/38	0,54/285	1,64/74	1,31/64	0,71/407	2,02/115	0,08		
Среднее за 2001-2005 гг.	3,85	1,61	5,46	5,65/47	2,64/64	8,29/52	4,26/11	2,41/50	6,67/22	6,69/74	3,19/98	9,88/81			
Среднее за 2006-2010 гг.	2,06	0,87	2,93	2,91/41	1,36/56	4,27/46	2,39/16	1,52/75	3,91/33	3,21/56	1,93/122	5,14/75			
Среднее за 2001-2010 гг.	2,96	1,24	4,20	4,13/39	1,92/55	6,05/44	3,33/13	1,96/58	5,29/26	4,76/60	2,48/100	7,24/72			

\* НСР<sup>05</sup>, т/га – приведена для урожайности в сумме за два укоса.

Экономическая эффективность производства сена

Показатели	Варианты			
	контроль	удобрения без орошения	орошение без удобрений	орошение с удобрениями
Урожайность, т/га сухого вещества	3,63 1,95	5,50 2,83	4,43 2,60	6,56 3,41
Продуктивность, т к.е./га	2,35 1,07	3,58 1,56	3,01 1,51	4,59 2,08
Стоимость продукции, тыс. руб/га	2,64 4,39	14,68 6,39	12,35 6,19	18,82 8,53
Ежегодные затраты, тыс. руб/га	4,82 3,28	12,10 11,20	9,11 8,62	16,81 15,39
Условный чистый доход, тыс. руб/га	4,82 1,11	2,58 -4,81	3,12 -2,43	2,01 -6,86
Себестоимость 100 к.е., руб.	205 306	338 718	303 570	366 740
Рентабельность, %	100 34	21 -	34 -	12 -

Примечание. 1. В числителе показатели молодого травостоя (2001-2005 гг.), в знаменателе показатели старовозрастного травостоя (2006-2010 гг.). 2. Продуктивность травостоев снижена на величину потерь при уборке (20%).

Однако ввиду высоких затрат на электроэнергию при механической водоподаче и высокой стоимости вносимых минеральных удобрений на вариантах с орошением и удобрением получен меньший чистый доход, чем на контрольном варианте (табл. 4). Орошение и удобрение расчетной дозой старовозрастных травостоев оказались экономически нецелесообразными.

**Выводы**

1. В южной лесостепи Республики Башкортостан при возделывании костреца безостого на типичных черноземах величина оросительной нормы колеблется от 900 до 3900 м<sup>3</sup>/га и зависит от складывающихся погодных условий.

2. Оптимизация водного режима почвы и внесение удобрений дозой N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>90</sub> на молодых кострецовых травостоях позво-

ляют получить до 11 т/га сена высокого качества.

3. Длительное использование (более 5-6 лет) костреца безостого приводит к значительному снижению урожайности и ухудшению питательной ценности корма.

**Библиографический список**

1. Проект Концепции федеральной целевой программы «Развитие мелиорации сельскохозяйственных земель России на период до 2020 года» // <http://www.mcx.ru/documents/document/show/14284.77.htm>.

2. Рекомендации по эффективному использованию орошаемых земель Башкирской АССР. – Уфа, 1984. – 150 с.

3. Роде А.А. Основы учения о почвенной влаге / А.А. Роде. – Л.: Гидрометеоиздат, 1965. – 286 с.

