

УДК 633.17:632.11 (470.44)

ТРАНСПИРАЦИЯ И ЭВАПОТРАНСПИРАЦИЯ У КОСТРЕЦА БЕЗОСТОГО В УСЛОВИЯХ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

И. С. ШАТИЛОВ, В. Л. КЛИМЕНКО, А. Ф. ТКАЧ

(Кафедра растениеводства)

Показано, что транспирационный коэффициент травостоев костреца безостого сильно зависит от обеспеченности растений влагой, температуры и влажности воздуха. В условиях Саратовской области за полный вегетационный период засушливого 1988 г. транспирационный коэффициент составил 480, слабозасушливого 1987 г.— 418 и влажного 1989 г.— 352. Интенсивность транспирации определяется гидротермическими условиями и величиной фотосинтетического потенциала.

Транспирация у растений зависит от многих причин, главными из которых являются дефицит влажности, температура воздуха, увлажненность почвы. Очень важную роль в процессе транспирации играет свет [1, 5]. Эвапотранспирация (суммарное испарение) определяется тремя взаимосвязанными факторами. Первый из них — приток энергии к испаряющей поверхности (растение, почва), необходимый для превращения жидкой воды в пар. Второй — градиент, или разность давления пара у испаряющей поверхности и в атмосфере, а третий — сопротивление движению пара в почве и тканях растения [9].

Познание закономерностей транспирации и эвапотранспирации в разнообразных условиях среды открывает возможности управления этим процессом.

В засушливой степи Саратовской области уменьшение транспирационного и прежде всего непродуктивного (почвенного) испарения имеет важное значение для повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Чтобы найти пути снижения испарения, необходимо располагать данными не только о эвапотранспирационном испарении, но и о его составных частях, а также о влияющих на него причинах.

Кострец безостый стойко переносит длительную засуху, однако он хорошо отзывается и на увлажнение [2, 4, 9]. Высокая засухоустойчивость у этого растения обусловливается высоким осмотическим давлением в его тканях [2]. Самые высокие урожаи кормовой массы получены на пойменных, увлажненных почвах и при орошении.

К сожалению, изучению водного режима костреца безостого уделялось мало внимания. Это объясняется тем, что он введен в культуру сравнительно недавно [6]. Известно, что листья костреца безостого в начальный период и до фазы цветения имеют высокую водоудерживающую способность, в фазу формирования семян она снижается [9, 13].

По некоторым определениям, транспирационный коэффициент у костреца безостого равен 800 ед.

Нами в условиях Саратовской области проводятся исследования, посвященные транспирации и эвапотранспирации полевых культур [10, 11].

Ниже приводятся результаты изучения зависимости эвапотранспирационного и транспирационного испарения посевами костреца безостого от гидротермических условий, влажности почвы, возраста, фазы развития и площади листовой поверхности растений.

Полевые опыты проводили в 1987—1989 гг. на опытном поле экспериментальной базы Тимирязевской академии «Муммовское» (Правобережье Саратовской области). Почвы — выщелоченный суглинистый чернозем, содержание гумуса — 4,9 %, P_2O_5 по Кирсанову — 11,7 мг, K_2O по Бровкиной — 21,4 мг, легкогидролизуемого азота по Тюрину — 5,7 мг на 100 г. Наименьшая влагоемкость почвы

(НВ) — 25 %, влажность разрыва капиллярных связей (ВРК) — 17, влажность устойчивого завядания (ВЗ) — 8 %. Годовое испарение воды значительно выше, чем приход с осадками. Баланс воды (средние многолетние данные) следующий: приход с осадками за год — 474 мм, в том числе со снегом — 140 мм, за вегетационный период многолетних трав — 172 мм, от первого укоса на семена до зимы — 120 мм. Расход: потери воды из снега — 63 мм (сносится с поля ветром 20 %, сток талых вод 20—25 % запасов), непроизводительное испарение из почвы — 102 мм (22 % запасов), потребление посевами — 309 (65 % годовой суммы осадков).

Для изучения транспирационного коэффициента и коэффициента эвапотранспирации костреца безостого использовали гидравлический почвенный испаритель (ГПИ, малая модель) и весовые почвенные испарители (ГПИ-500-50). С помощью первого определяли эвапотранспирацию (растение + почва), а с помощью последних — испарение только почвой (непродуктивное). По разнице между эвапотранспирационным и непродуктивным испарением устанавливали собственно транспирацию. На почвенном испарителе и опытном участке были созданы практически одинаковые условия для вегетации, фотосинтетической деятельности и использования воды растениями.

Кострец безостый высевали в 1986 г. по просу. Перед севом пахотный слой монолита заменяли почвой, взятой с поля, где высевали кострец безостый. До предпосевной культивации на 1 га вносили 1,5 ц гранулированного суперфосфата; норма посева — 4,5 млн всхожих семян на 1 га.

Сев проводили в оптимальные сроки.

В период вегетации через каждые 10 сут с двух постоянных площадок в посевах костреца безостого отбирали растительные пробы с площади 0,25 м². При этом определяли накопление сырой массы и сухого вещества, площадь листьев. Одновременно на этих же площадках брали пробы почвы для определения ее влажности. Показатели приборов снимали ежедневно в одно и то же время. Для учета количества выпавших осадков использовали почвенный дождемер. Остальные метеорологические показатели получали с Аткарской метеостанции, которая находится в 18 км от опытного поля. Условия увлажнения по периодам роста костреца безостого выражали в виде гидротермических коэффициентов (ГТК) по Селянинову. Значения ГТК 1,2—1,4 свидетельствуют об удовлетворительном увлажнении,

ниже 0,6 — о засухе и выше 1,4 — о хорошем увлажнении.

Метеорологические условия в годы опытов значительно различались. В 1987 г. весна наступила поздно, апрель был холодный, а май — жаркий и засушливый. Лето характеризовалось повышенным температурным режимом с дефицитом осадков в июле.

В 1988 г. была ранняя, но затяжная весна с осадками в пределах нормы. Лето оказалось жарким с частыми продолжительными суховеями и дефицитом осадков. В 1989 г. весна и лето были теплыми и дождливыми (табл. 1).

Результаты

При выращивании костреца безостого на семена суммарное расходование воды на испарение (без подразделения на транспирацию и испарение из почвы) находилось в линейной зависимости от увлаж-

Таблица 1
Метеорологические показатели за вегетационные периоды костреца безостого в слабозасушливом 1987 г., засушливом 1988 г. и влажном 1989 г.

Месяц	Декада	Среднесуточная температура воздуха, °С				Средний дефицит влажности воздуха, мб				Сумма осадков, мм			
		1987	1988	1989	ср. мн.	1987	1988	1989	ср. мн.	1987	1988	1989	ср. мн.
Апрель	2	0,4	5,4	8,2	4,7								
	3	6,8	6,5	14,2	9,6	2	4	9	5	6,9	40,0	3,0	9
Май	1	13,4	14,3	13,9	12,4	7	10	7	7	8,1	3,0	30,0	17
	2	15,6	9,5	13,8	13,4	9	4	6	8	0,5	32,5	34,2	17
Июнь	3	15,9	18,2	12,0	15,8	9	13	7	9	14,9	—	22,3	16
	1	16,4	23,8	20,5	17,0	7	20	11	11	19,0	—	34,6	16
	2	24,3	19,5	21,8	18,0	17	7	11	11	—	30,4	—	17
Июль	3	22,2	22,3	21,3	19,4	13	14	9	11	29,2	—	11,7	18
	1	17,3	19,5	19,6	20,2	8	14	9	11	10,3	19,5	59,8	17
	2	19,5	24,2	21,6	20,8	9	14	9	11	27,0	21,8	35,1	18
Август	3	21,4	21,3	17,7	20,6	9	14	5	10	15,6	9,2	18,3	17
	1	18,6	20,6	19,1	20,1	9	11	8	10	4,8	3,2	7,0	17
	2	15,6	18,0	20,2	19,1	6	8	8	10	37,6	45,7	37,0	17
	3	16,7	19,7	16,1	17,5	8	10	9	10	4,0	21,1	8,2	18

Примечание. Ср. мн. — среднее многолетнее.

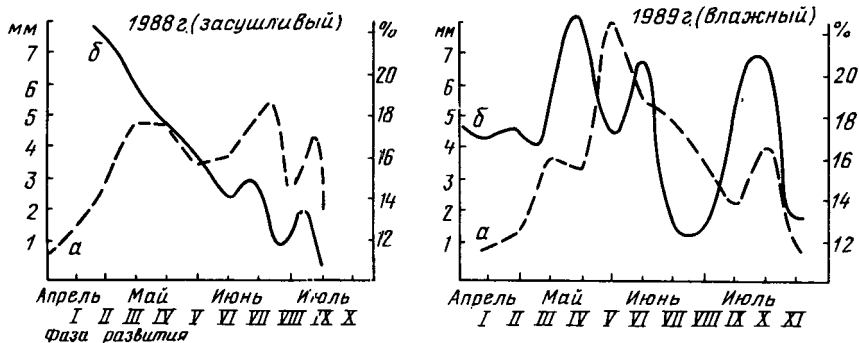


Рис. 1. Расход воды в день, мм (а) и влажность пахотного слоя почвы, % (б). I — начало вегетации — отрастание; II — кущение; III — начало выхода в трубку; IV — выход в трубку; V — начало выметывания метелки; VI — выметывание метелки; VII — цветение; VIII — молочная спелость; IX — начало восковой спелости; X — восковая спелость; XI — полная спелость.

ненности пахотного слоя почвы (рис. 1). В засушливом 1988 г. влажность почвы была низкой и характер водопотребления оказался иным, чем во влажном 1989 г. Из-за недостатка влаги процессы водопотребления замедлялись и среднесуточные расходы воды коле-

бались не так заметно, как во влажный год. Максимальное потребление воды продолжалось длительный период, начиная с выхода в трубку и до восковой спелости.

В 1989 г. отмечалась четкая зависимость испарения воды посевами от влажности воздуха (рис. 2).

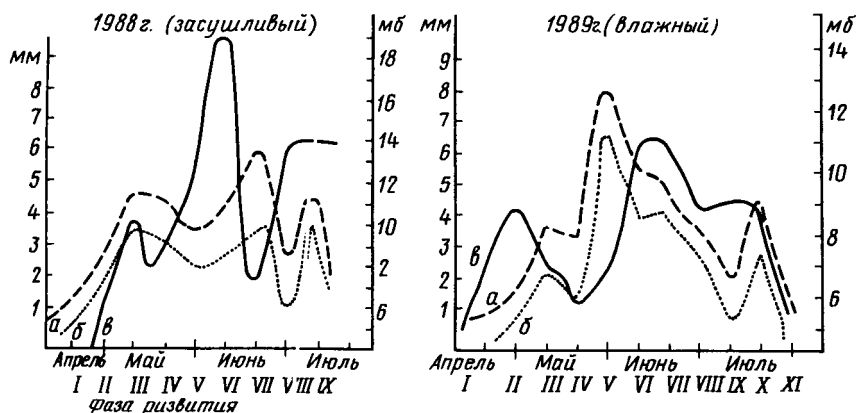


Рис. 2. Зависимость эвапотранспирации, мм (а) и транспирации, мм (б) от дефицита влажности воздуха, мб (в).
Остальные обозначения те же, что на рис. 1.

В засушливом 1988 г. недостаток воды в почве стал ограничивающим фактором ее потребления и испарения растениями. С ростом дефицита влажности воздуха наступал дефицит влаги и в растениях. Поэтому увеличение дефицита влажности воздуха не вызывало адекватного изменения эвапотранспирации и транспирации (табл. 2), так как при недостатке влаги у растений закрываются устьица, возрастает содержание связанной воды [3]. На испарение воды почвой и растениями влияли и другие факторы внешней среды [7, 13].

В начальные фазы роста и развития — отрастание, кущение — при невысоких температурах воздуха и почвы и малой площади листьев эвапотранспирационное испарение у растений было низким (10,4—20,8 мм за декаду в среднем за 3 года). Доля почвенного (непродуктивного) испарения в эвапотранспирационном оказалась высокой и достигала 45—56 %. В дальнейшем по мере роста вегетативной массы и листовой поверхности, а также нарастания температуры воздуха и дефицита влажности эвапотранспирационное испарение за декаду с 29,9 мм в фазу начала выхода в трубку увеличивалось до 61,7 мм в фазу выметывания метелки, доля почвенного испарения уменьшалась и соответственно нарастала доля транспирационного испарения за декаду с 20,5 мм в фазу начала выхода в трубку до 48,9 мм в фазу выметывания метелки. В дальнейшем до фазы полной спелости показатели эвапотранспирации и транспирации снижались, уменьшалась и доля непродуктивного испарения.

За вегетационный период теряется большое количество влаги на почвенное (непродуктивное) испарение. Оно увеличивается в за-

сушливые годы с низкой относительной влажностью воздуха и в годы, когда верхний слой почвы в период вегетации хорошо увлажнен. Так, в слабозасушливом 1987 г. (посев 2-го года жизни) непродуктивное испарение составило 27,8 %, в засушливом 1988 г. (3-го года жизни) — 29,5 и во влажном 1989 г. (4-го года жизни) — 37,9, а в среднем за 3 года — 31,7 %. Снижение этого показателя является существенным резервом повышения урожайности кострца безостого.

Водопотребление растений по фазам роста и развития заметно колеблется. При создании условий, обеспечивающих получение высокой урожайности, необходимо учитывать критические периоды потребности культуры в воде. Максимальный ее расход на транспирацию (57 % в среднем за 3 года) приходился на сравнительно короткий период вегетации: рост стебля — цветение. К этому времени сформировалась наибольшая площадь листьев (табл. 3) и наблюдалось максимальное накопление посевами сухого вещества — 76 % ко всему урожаю. Период высокой чувствительности кострца засухо к засухе совпадает с максимальным расходом воды на транспирацию.

Известно, что соотношение вегетативных и генеративных стеблей и, следовательно, ход накопления сухого вещества у растений кострца безостого зависят от времени кущения. Так, в 1987 г. при осеннем кущении в травостое было больше вегетативных стеблей, поэтому накопление в урожае сухого вещества было продолжительным и не завершилось даже в фазу полной спелости генеративных стеблей. В 1988 и 1989 гг. (при летнем кущении) развивалось больше генеративных побегов, что

Таблица 2

Эвологотранспирационное ($E_{\text{ЭТР}}$) и транспирационное ($E_{\text{ТР}}$) испарение воды по фазам развития костреца безостого и за вегетационный период (от начала отрастания до созревания семян)

Дата	Фаза развития	ГТК	Накопление сухого в-ва		Испарение, мм		Непродуктивное испарение, % к $E_{\text{ЭТР}}$		Расход воды, %		Коэффициент	
			г/м ²	отложение, %	$E_{\text{ЭТР}}$	$E_{\text{ТР}}$	$E_{\text{ЭТР}}$	$E_{\text{ТР}}$	$E_{\text{ЭТР}}$	$E_{\text{ТР}}$	$E_{\text{ЭТР}}$	$E_{\text{ТР}}$
1987 г. слабозасушливый. Начало вегетации 27 апреля; урожай сухого вещества с 1 га — 76,1 ц												
10/V	I	0,9	12,0±0,8	6,6	9,9	1,6	83,6	2,3	0,3	1525±103	381±25	
20/V	II	0	16,0±1,1	6,8	14,5	6,1	57,9	3,3	1,9	344±48	206±29	
30/V	III	1,2	63,6±4,5	7,1	21,9	13,1	46,2	5,1	4,1	216±7	150±4	
10/VI	IV	1,6	213,6±7,2	3,4	45,9	31,9	30,5	10,6	10,2	353±16	304±10	
20/VI	V	0	189,6±6,9	3,6	66,5	57,6	13,4	15,3	18,4	576±32	495±30	
30/VI	VI	1,7	108,8±5,4	5,0	62,7	53,8	14,2	14,5	17,1	953±69	739±52	
10/VII	VII	0,8	77,2±5,9	7,7	73,6	57,1	22,4	17,0	18,2	1389±96	1042±74	
20/VII	IX	1,8	52,4±3,8	7,3	72,8	54,5	25,1	16,8	17,4	1932±134	1036±72	
30/VII	X	0,9	19,2±1,4	7,3	37,1	19,9	46,4	8,6	6,3	3250±337	2147±223	
4/VIII	XI	0,8	8,8±1,0	11,2	28,6	18,9	33,9	6,5	6,1	579±29	418±21	
За вегетацию		1,0	749,2±39	5,2	433,5	313,0	27,8	100	100			
1988 г. засушливый. Начало вегетации 9 апреля; урожай сухого вещества с 1 га — 49,5 ц												
20/IV	I		32,1±1,9	6,3	8,4	4,4	47,6	2,7	2,0	608±41	384±25	
30/IV	II	5,6	57,6±4,0	6,9	26,6	17,7	33,5	8,4	7,9	387±17	303±14	
10/V	III	0,3	120,0±5,6	4,7	46,5	36,3	29,9	14,7	16,3	553±66	344±23	
20/V	IV	7,2	134,8±6,1	4,5	45,0	30,5	32,2	14,2	13,7	226±10	150±4	
30/V	V	0	70,4±5,4	7,6	37,5	24,2	35,5	11,9	10,8	570±34	427±25	
10/VI	VI	0	92,8±5,7	6,1	59,9	39,6	25,1	16,7	17,8	—	—	
20/VI	VII	2,1	—3,2	—	25,4	10,3	59,4	8,1	4,6	—	—	
30/VI	X	0	—5,6	—	49,7	40,8	17,9	15,7	18,3	—	—	
6/VII	XI	0,9	—2,4	—	23,9	18,9	20,9	7,6	8,6	—	—	
За вегетацию		0,9	495,6±23,3	4,5	315,9	222,7	29,5	100	100	680±87	480±63	

Дата	Фаза развития	ГТК	Накопление сухого в-ва		Испарение, мм		Непродуктивное испарение, % к Е _{этр}		Расход воды, %		Коэффициент	
			г/м ²	отклонение, %	Е _{этр}	Е _{тр}	Е _{этр}	Е _{тр}	Е _{этр}	Е _{тр}	Е _{этр}	Е _{тр}

1989 г. влажный. Начало вегетации 13 апреля; урожай сухого вещества с 1 га — 72,1 ц

13/IV	I	0,7	26,0±1,6	6,0	12,8	8,1	36,7	3,1	3,2	—	—	—
30/IV	II	0,8	32,0±2,1	6,6	21,4	12,1	43,5	5,2	4,7	669±42	378±24	—
10/V	III	3,4	91,6±4,9	5,4	38,2	22,5	41,1	9,4	8,9	417±21	246±14	—
20/V	IV	3,9	70,0±4,2	6,1	35,5	15,5	56,3	8,7	6,1	507±30	221±11	—
30/V	V	3,0	277,6±17,1	6,2	81,2	64,8	20,2	19,9	25,5	294±20	233±13	—
10/VI	VI	2,2	116,0±8,5	8,5	55,0	31,9	42,0	13,5	12,6	475±34	275±19	—
20/VI	VII	0	120,8±8,8	7,3	49,6	41,3	16,7	12,1	16,3	410±27	342±24	—
30/VI	VIII	0,7	72,4±4,4	6,1	34,5	26,8	23,2	8,5	10,6	482±28	370±21	—
10/VII	IX	4,1	—42,4	—	21,0	6,5	69,0	5,1	2,5	—	—	—
20/VII	X	1,9	—24,8	—	44,0	22,7	48,4	10,8	8,9	—	—	—
30/VII	XI	1,3	—18,4	—	15,0	1,4	90,7	3,7	0,6	—	—	—
За вегетацию		1,9	721,2±40,3	5,6	408,6	253,6	37,9	100	100	567±31	352±20	—

Среднее за 3 года; урожай сухого вещества с 1 га — 65,9 ц

I	2,4	23,1±1,4	6,3	10,4	4,7	56,0	2,7	1,8	450±26	204±13	—	—
II	2,1	35,2±8,7	6,6	20,8	12,0	45,0	5,6	4,7	934±62	381±25	—	—
III	0,8	71,8±4,1	6,1	29,9	20,5	37,9	37,9	8,3	467±36	296±22	—	—
IV	4,2	139,5±5,8	4,7	42,1	26,0	39,7	11,2	10,0	352±18	199±8	—	—
VI	1,0	179,2±9,8	5,8	61,7	48,9	30,0	18,5	21,5	400±34	294±16	—	—
VII	0,6	107,5±6,6	6,1	55,1	44,9	18,7	14,4	17,1	518,7±31	421±26	—	—
VIII	1,2	48,8±5,3	7,2	44,6	31,4	35,0	11,2	11,1	718±49	555±37	—	—
IX	2,0	4,4±0,3	7,3	47,8	33,9	37,3	12,5	12,7	11 091±1302	7704±694	—	—
X	1,4	—5,6	—	27,0	21,3	47,4	9,7	7,6	—	—	—	—
XI	1,0	—9,6	—	22,5	13,1	48,5	5,9	5,1	—	—	—	—
За вегетацию	1,26	655,3±34,2	5,1	365,0	263,1	31,7	160	100	609±49	417±35	—	—

Примечание. Здесь и в табл. 3 и 4 в графе «фаза развития»: I — начало отрастания; II — кушение; III — начало выхода в трубку; IV — выход в трубку; V — начало выметывания метелки; VI — выметывание метелки; VII — цветение; VIII — молочная спелость; IX — начало восковой спелости; X — восковая спелость; XI — полная спелость.

Таблица 3

Фотосинтетический потенциал (ФП), интенсивность ($I_{тр}$) и продуктивность транспирации ($P_{тр}$) у кострца безостого

Период роста и развития	Средняя площадь листьев, тыс. см ² /м ²	ФП, тыс. см ² ·сут/м ²	ИТР, л/м ² , сут	$P_{тр}$, г/л
I—II	10,5 7,3	209,0 94,9	1,0 2,1	2,6 2,9
II—III	30,7 17,6	307,5 176,5	1,2 1,3	3,3 4,1
III—IV	40,6 25,5	406,5 305,4	0,8 0,5	2,3 4,2
IV—V	44,2 44,3	442,5 487,3	0,6 1,3	3,4 4,3
V—VI	Не опр. 52,0	Не опр. 572,0	Не опр. 0,8	Не опр. 2,5
VI—VII	45,7 42,8	457,0 428,5	0,9 0,6	4,3 4,6
VII—VIII	39,4 36,8	394,5 368,5	0,3 0,7	—11,2 2,7
VIII—X	24,6 31,1	246,5 342,1	1,7 0,2	—72,8 6,5
X—XI	18,7 30,4	112,5 303,5	1,7 0,8	Не опр. 1,8
За вегетацию		2576,0 3079,3	0,9 0,8	4,5 2,8

Примечание. В числителе — 1988 г., засушливый, в знаменателе — 1989 г., влажный.

приводило к сокращению периода накопления сухого вещества. В результате уже в фазу молочной спелости начались его потери и повысились коэффициенты эвапотранспирации и транспирации. Следует отметить, что больше всего на эти показатели влияли погодные условия. Самые высокие коэффициенты эвапотранспирации (680) и транспирации (480) были в засушливом 1988 г., самые низкие (соответственно 567 и 352) во влажном 1989 г. В слабозасушливом 1987 г. они занимали промежуточное положение (579 и 418). В среднем за 3 года коэффициент эвапотранспирации составил 609, транспира-

ции — 417. В пересчете на гектар урожай сухой надземной массы равнялся 65,9 ц.

Для выявления зависимости процесса транспирации кострца безостого от площади листовой поверхности и фотосинтетического потенциала нами изучалась и интенсивность транспирации, выражающаяся количеством воды, испаряемой за единицу времени с единицы поверхности листьев. Определяющим фактором интенсивности транспирации являлись метеорологические условия, которые влияли не только на этот процесс, но и на формирование листовой поверхности (табл. 3). Так, в засушливом

1988 г. ФП у костреца безостого был небольшим — 2576 тыс. см² × сут/м², а повышенный температурный режим и большой дефицит влажности воздуха обусловили и повышенную интенсивность транспирации — 0,9 л/(м²·сут). Во влажном 1989 г., наоборот, сформировалась большая листовая поверхность, ФП за вегетацию достиг 3079,3 тыс. см²·сут/м². Высокий листовой индекс и повышенная влажность воздуха обусловили снижение интенсивности транспирации до 0,8 л/(м²·сут).

Продуктивность транспирации (количество сухого вещества, образующегося при расходовании растением 1 л воды) зависит от тех же условий среды, что и транспирация. По периодам роста и развития растений значение этого показателя варьировало от 2,6 до 4,3 г/л в засушливом 1988 г. и от 1,8 до 6,5 г/л во влажном 1989 г. В среднем за вегетационный период он составил соответственно 4,5 и 2,8 г/л.

По продуктивности транспирации можно судить о степени реакции растений на изменение условий среды, поэтому данный показатель целесообразно использовать при разработке агромероприятий, направленных на рациональное использование ресурсов влаги.

Водопотребление костреца безостого после уборки на семена

Эвапотранспирационное и транспирационное испарение у костреца безостого во втором укосе изучали в 1987 и 1988 гг. Второй укос на кормовую массу убирали в фазу цветения по годам соответственно 25 сентября и 30 августа.

Вторая половина лета 1987 г. была влажной и прохладной (ГТК достигал 2,2), что благоприятно сказалось на росте и развитии расте-

ний. Коэффициенты эвапотранспирации и транспирации были ниже, чем в первом укосе, и соответственно составили 607 и 319 (табл. 4). В пересчете на гектар урожай сырой массы равнялся 70,6 ц, сухого вещества — 13,5 ц. В 1988 г., наоборот, гидротермические условия для вегетации костреца безостого сложились неблагоприятно. Почва была иссушена на глубину корнеобитаемого слоя травостоем первого укоса. Незначительные осадки, выпадавшие в июле — августе, промачивали только верхний слой почвы, а высокие температуры и частые суховеи быстро его иссушали. ГТК равнялся 1,2. По этой причине травостой медленно накапливал надземную массу. В пересчете на гектар урожай сырой массы составил 58,6 ц, сухого вещества — 11,2 ц.

Коэффициенты эвапотранспирации и транспирации были выше, чем в 1987 г. (937 и 421).

Выводы

1. Суммарный расход воды (эвапотранспирация) травостоями костреца безостого находится в прямой зависимости от увлажненности почвы и дефицита влажности воздуха. В слабозасушливом 1987 г. он составил 433,5 мм, в засушливом 1988 г. — 315,9 мм и во влажном 1989 г. — 408,6. Расход влаги на формирование 1 ц сухого вещества равнялся соответственно 57,0 63,8 и 56,7 м³.

2. Транспирационный коэффициент сильно зависит от обеспеченности растений влагой и температурных условий. При уборке на семена (первый укос) он равнялся 418, 480 и 352 соответственно по годам. Во втором укосе на кормовую массу коэффициенты

Таблица 4
Эвапотранспирационное (Е_{этр}) и транспирационное (Е_{тр}) испарение воды кострцом безостым во втором укосе

Дата	Фаза развития	ГТК	Урожай сухого в-ва		Испарение, мм		Непродуктивное испарение, %		Расход воды, %		Коэффициент	
			г/м ²	%	Е _{этр}	Е _{тр}	к Е _{этр}	Е _{этр}	Е _{тр}	Е _{этр}	Е _{тр}	
1987 г., слабозасушливый (первый укос 4/VIII); урожай сухой массы с 1 га — 13,5 ц												
20/VII	I	3,5	16,0±0,9	11,2	18,7	8,9	52,4	22,5	20,4	1168±160	556±70	
30/VIII	III	0,1	41,2±3,3	7,9	24,3	11,8	51,4	29,2	27,1	590±62	286±30	
30/IX	IV	2,4	65,2±6,8	10,4	22,8	15,6	31,6	27,5	35,8	352±49	241±33	
25/X	VII	5,8	30,8±2,1	6,8	17,3	7,3	57,8	20,8	16,7	561±50	237±21	
За второй укос		2,2	136,8±9,9	7,2	83,1	43,6	47,5	100	100	607±58	319±31	
1988 г., засушливый (первый укос 6/VIII); урожай сухой массы с 1 га — 11,2 ц												
20/VII	I	2,1	31,2	9,6	24,2	12,2	49,6	23,0	25,9	758±59	396±49	
20/VII	I	1,1	30,8±3,0	9,3	19,2	11,3	41,1	18,3	23,9	527±63	310±37	
30/VII	III	0,5	36,4±3,4	6,4	29,8	13,1	49,3	28,4	32,0	1490±128	755±65	
30/VIII	IV	0,2	20,0±7,3	7,7	12,4	4,3	65,3	11,8	9,1	968±97	336±48	
20/VIII	VI	4,2	12,8±1,0	6,7	19,4	4,3	77,8	18,5	9,1	1616±141	358±31	
30/VIII	VII	0,1	12,0±0,8	7,9	105,0	47,2	55,0	100	100	937±97	421±43	
За второй укос		1,2	112,0±8,9	7,9	105,0	47,2	55,0	100	100	937±97	421±43	

транспирации были ниже: в 1987 г.— 319 и 1988 г.— 421.

Максимальный расход воды на транспирацию приходится на короткий период рост стебля — цветение, когда испаряется (в среднем за 3 года) 57 % воды, используемой в течение всей вегетации. В этот период кострец безостый особенно чувствителен к засухе. Транспирационные коэффициенты, полученные в экспериментах, могут быть использованы для обоснования норм потребления воды при возделывании этой культуры в Саратовской области.

3. Непродуктивное испарение влаги с 1 га посевов костреца безостого достигало больших размеров и составило в слабозасушливом 1987 г. 1255 м³, в засушливом 1988 г.— 932 и во влажном 1989 г.— 1550 м³. Уменьшение непродуктивного испарения napоловину позволило бы в условиях Саратовской области повысить урожайность сена на 20—30 ц/га.

4. Интенсивность транспирации костреца безостого зависит от гидротермических условий и фотосинтетического потенциала. В засушливом 1988 г. она составляла 0,9 л/(м² · сут), а во влажном 1989 г. уменьшалась до 0,8 л/(м² · сут).

ЛИТЕРАТУРА

1. Алпатьев А. М. Влагообеспеченность культурных растений.— Л.: Гидрометеиздат, 1954.— 2. Андреев Н. Г. Костер безостый.— М.: Сельхозгиз, 1949.— 3. Гусев Н. А. Некоторые закономерности водного режима растений.— М.: Изд-во АН СССР, 1959.— 4. Клиngen И. Н. Костер безостый.— Изд. 2-е.— СПб, 1914.— 5. Максимов Н. А. Краткий курс физиологии растений.— М.: Сельхозгиз, 1958.— 6. Медведев П. Ф., Сметанникова А. И. Кормовые растения европейской части СССР.— Л.: Колос, 1981.— 7. Сабинин Д. А. Физиологические основы питания растений.— М.: Изд-во АН СССР, 1955.— 8. Слайчер Р. Водный режим растений. Пер. с англ.— М.: Мир, 1970, с. 56—58.— 9. Смелов С. П. Биологические основы луговодства.— М.: Сельхозгиз, 1947.— 10. Шатилов И. С., Клименко В. Л. Транспирация и эвапотранспирация озимой и яровой пшеницы в условиях Саратовского Правобережья.— Изв. ТСХА, 1985, вып. 5, с. 11—20.— 11. Шатилов И. С., Клименко В. Л. Транспирация и эвапотранспирация у проса в Саратовской области.— Изв. ТСХА, 1988, вып. 1, с. 26—32.— 12. Шатилов И. С., Клименко В. Л. Водный режим парового поля в условиях Саратовской области.— Изв. ТСХА, 1985, вып. 6, с. 11—14.— 13. Физиология сельскохозяйственных растений. Т. 6.— М.: Изд-во МГУ, 1970.

Статья поступила 10 марта 1990 г.

SUMMARY

It is shown that transpiration coefficient in awless bromegrass stand greatly depends on supply of moisture in plants, air temperature, and moisture deficiency. In Saratov region in arid conditions of 1988 transpiration coefficient during entire growing period made up 480, in half-arid 1987—418 and in humid 1988—352. Transpiration intensity depends on hydrothermal conditions and on the value of photosynthetic potential.