

УДК 633.11«324» (470.44):[581.11+631.432.21

ТРАНСПИРАЦИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И ИСПАРЕНИЕ ВОДЫ ПОЧВОЙ В УСЛОВИЯХ САРАТОВСКОГО ПРАВОБЕРЕЖЬЯ

В. Л. КЛИМЕНКО

(Кафедра растениеводства и экспериментальная база ТСХА «Муммовское»)

Озимая пшеница, как и большинство степных светолюбивых растений, транспирирует очень много воды, в течение суток по усредненным данным примерно в 1,3—1,5 раза больше, чем масса надземной части, причем путем транспирации расходуется 90—95% поглощенной воды [1, 16]. Это во много раз превышает минимально необходимое для растения количество влаги. Наблюдения показывают, что транспирация часто может быть сокращена не только без вреда, но и с пользой для растения [8].

Потребление воды на единицу урожая пшеницы зависит от многих условий: температуры и влажности почвы и воздуха, обеспеченности растений элементами минерального питания, сортовых особенностей и фаз развития [4, 11, 12].

Важное значение в процессе транспирации имеет свет. Зеленый лист в среднем поглощает 80—90% суммарной ФАР, отражает 5—10% и пропускает примерно столько же.

Из поглощенной растениями ФАР на фотосинтез идет лишь небольшая часть (2—6%), остальная затрачивается на испарение воды [9, 13, 15].

При расчете энергии, использованной растениями на транспирацию и водопотребление, необходимо учитывать поглощенную растениями и почвой не только фотосинтетически активную, но и инфракрасную радиацию. Эта радиация составляет 50—55% светового потока и расходуется на транспирацию и испарение воды из почвы.

Познание закономерностей транспирации и водопотребления растений в связи с многообразием условий среды открывают возможности для управления этим процессом [2, 3, 6, 7, 10, 14, 17, 19].

В засушливой степи Саратовской области уменьшение транспирационного и прежде всего непродуктивного испарения имеет первостепенное значение для повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Чтобы найти пути снижения испарения, необходимо знать величину не только суммарного испарения, но и его составных частей, а также влияющих на нее факторов.

В наших опытах изучалась зависимость суммарного и транспирационного испарения посевом озимой пшеницы, а также испарения с открытой почвы (чистого пара) от гидротермических условий, фаз развития и сроков.

Методика и условия

Полевые опыты проводились в 1970—1977 г. на опытном поле экспериментальной базы Тимирязевской академии «Муммовское» (Правобережье Саратовской области). Почва опытного участка — выщело-

ченный суглинистый чернозем. Мощность гумусового слоя — 34 см; содержание гумуса — 4,9%, P_2O_5 по Кирсанову — 11,7, K_2O по Бровкиной — 21,4; легкогидролизуемого азота по Тюрину — 5,7 мг на 100 г сухой почвы. Наименьшая влагоемкость почвы (НВ) — 26%, влажность разрыва капиллярных связей (ВРК) — 17% и влажность устойчивого завядания (ВЗ) — 8%.

Для изучения транспирации озимой пшеницы использовали гидравлический почвенный испаритель (ГПИ, малая модель) и весовые почвенные испарители (ГГИ-500-50). С помощью первого определяли суммарное испарение (растение+почва), а с помощью последних — испарение только почвой (непродуктивное). По разнице между суммарным испарением и испарением только почвой находили величину транспирации растений.

Применение одинаковых агротехники и доз удобрений на монолите почвенного испарителя и в окружающих его посевах озимой пшеницы создавало аналогичные или близкие условия испарения воды и фотосинтетической деятельности для растений.

Т а б л и ц а 1

Сумма осадков (СО, мм) и сумма эффективных температур (СТ, °С) в годы опыта

Вегетационные годы	Июль — август		Сентябрь — октябрь		Ноябрь — март		Апрель — май		Июнь		За вегетационный год	
	СО	СТ	СО	СТ	СО	СО	СТ	СО	СТ	СО	СТ	
1970/71	190	854	144	222	95	21	276	40	423	489	1774	
1971/72	136	957	74	348	86	57	428	16	483	369	2216	
1972/73	19	1145	85	266	219	91	448	76	398	490	2288	
1973/74	106	725	154	122	141	89	276	55	366	545	1489	
1974/75	102	804	50	410	147	15	628	22	516	336	2358	
1975/76	154	901	39	307	168	89	322	92	300	542	1830	
Среднеголетняя	96	847	71	237	122	69	316	53	394	411	1794	

Озимую пшеницу Мироновскую 808 высевали на монолите и участке по черному пару; дозы удобрений $N_{60}P_{60}K_{40}$. Поле защищено лесными полосами посадки 1952 г. Опыты размещали в 200 м западнее лесной полосы. Транспирационный коэффициент и продуктивность транспирации рассчитывали на урожай сухого вещества, а интенсивность транспирации — на фотосинтетический потенциал по фазам развития озимой пшеницы.

На участке чистого пара исследования проводили с помощью двух весовых испарителей (ГГИ-500-50), которые заряжали почвой с этого парового поля.

Показания приборов в обоих опытах снимали ежедневно в определенное время. Для учета количества осадков использовали почвенные дождемеры; сумму эффективных температур определяли по общепринятой методике [5].

Условия увлажнения по периодам роста озимой пшеницы, а на поле чистого пара подекадно выражали в виде гидротермических коэффициентов — ГТК (по Селянинову), представляющих собой отношение суммы осадков к сумме температур с коэффициентом 0,1 за определенный период. Величина ГТК 1,2—1,4 свидетельствует об удовлетворительном увлажнении, ниже 0,6 — о засухе и выше 1,4 — о хорошем увлажнении [19].

Метеорологические условия различались по годам опытов. В 1970/71 г. осень была влажной, весна и лето умеренно засушливы-

ми. Летние периоды 1972 и 1975 гг. были исключительно засушливыми; 1973, 1974 и 1976 гг., напротив, отличались повышенной влажностью.

Результаты исследований

Величины суммарного (почвой и растением) и транспирационного испарения по периодам (фазам) вегетации озимой пшеницы различались в зависимости от величины испаряющей поверхности растений, степени затенения ими почвы в отдельные фазы роста, а также от метеорологических условий. Из табл. 2 видно, что в осенний период благодаря высоким температурам и небольшой площади листьев суммарное испарение в посеве озимой пшеницы было значительным — 895 м³/га, или 22,4% испарения (в среднем за 3 года) за вегетацию. Доля непродуктивной потери влаги за это время равнялась 42,6%, а в осенние периоды с низкими показателями ГТК возрастала в 1974 г. до 47,6 и в 1975 — до 44,9%.

До колошения озимой пшеницы в результате нарастания вегетативной массы, развития листовой поверхности и повышения температуры воздуха возрастало суммарное испарение. Вместе с тем с увеличением затененности почвы и подсыханием ее верхнего слоя доля непродуктивного испарения уменьшалась от 60,7 до 31,2 и соответственно росла транспирация.

После колошения начинался процесс сокращения листовой поверхности и фотосинтетического потенциала (табл. 3), следовательно, уменьшалось затенение почвы и увеличивалась ее сухость (во все годы, за исключением 1976). Все это приводило к снижению интенсивности суммарного испарения и в то же время к повышению непродуктивного, которое с 36% в межфазный период колошение — молочная спелость возросло до 62,7% в период молочная — восковая спелость (в среднем за 3 года).

За период вегетации озимой пшеницы большое количество влаги терялось на почвенное испарение. Так, непродуктивное испарение составило в умеренно засушливом году (1970/71) 38,8% суммарного, в засушливом (1974/75) — 35,1, во влажном (1975/76) — 49,1, а в среднем за 3 года — 41,6% (табл. 2).

Снижение непродуктивного расхода влаги из почвы является существенным резервом повышения урожайности пшеницы, поэтому большое значение имеют применение разных способов уменьшения этого расхода и нахождение новых более эффективных приемов.

Транспирационный коэффициент озимой пшеницы, как известно, зависит от ряда факторов, в частности от возраста растений и гидротермических условий в разные периоды их роста.

В наших опытах транспирационные коэффициенты были низкими. В начале весеннего развития, когда растения еще слабо развиты, поверхность их листьев невелика, а влажность воздуха высокая и в период молочно-восковой спелости, когда уменьшается не только листовая поверхность, но и снижается интенсивность процессов жизнедеятельности растений.

От фазы весеннего кущения до колошения транспирационные коэффициенты возрастали, затем снижались. До колошения озимая пшеница израсходовала (в среднем за 3 года) 68,0% всего количества воды, потребленного на транспирацию в течение вегетации. Накопление сухого вещества за этот период составило лишь 56,4%.

Следует отметить, что в засушливые годы транспирационные коэффициенты в течение вегетации были высокими. Наоборот, во влажные годы они значительно уменьшались. Так, если в среднем за 3 года транспирационный коэффициент озимой пшеницы за вегетационный пе-

Таблица 2

Изменение суммарного (С) и транспирационного (Т) испарения у озимой пшеницы в зависимости от возраста растений и гидротермических условий

Периоды роста и развития	ГТК	Урожай сухого вещества, ц/га	Испарение воды, м ³ /га		Непродуктивное, % к С	Расход воды по фазам развития, %		Коэффициент		
			С	Т		С	Т	водопотребления	транспирации	
1970/71 (умеренно засушливый)										
1	1,5	16,4	939	599	36,2	24,8	25,8	573	365	
2	2,5	9,1	340	215	36,8	9,0	9,3	374	236	
3	0,2	10,4	512	371	27,5	13,5	16,0	492	357	
4	0,1	18,2	796	550	30,9	21,0	23,7	437	302	
5	0,7	15,9	633	347	45,2	17,7	15,0	401	218	
6	1,8	12,3	566	235	64,7	15,0	10,1	446	191	
7	1,0	75,0	3786	2317	38,8	100,0	100,0	512	313	
Урожай зерна		(36,5)								
1974/75 (засушливый)										
1	0,6	11,6	790	414	47,6	21,5	17,4	681	357	
2	0,24	2,2	340	84	75,3	9,3	3,5	1454	382	
3	0,86	15,7	612	317	48,2	16,7	13,3	390	202	
4	0,08	14,0	836	708	15,3	22,8	29,7	597	506	
5	0,33	24,1	978	815	16,7	26,7	34,2	406	338	
6		3,4	115	45	60,9	3,1	1,9	338	132	
7	0,28	63,7	3672	2383	35,1	100,0	100,0	576	374	
Урожай зерна		(25,6)								
1975/76 (влажный)										
1	0,4	16,2	958	528	44,9	21,2	22,9	591	326	
2	3,6	7,2	357	109	69,5	7,9	4,7	496	151	
3	0,7	6,6	256	108	57,8	5,6	4,7	388	164	
4	2,9	27,2	1308	765	41,5	28,9	33,2	481	282	
5	2,9	28,1	1268	679	46,5	28,0	9,5	451	242	
6	1,4	7,0	380	115	69,7	8,4	5,0	—	—	
7	1,8	82,3	4527	2304	49,1	100,0	100,0	550	280	
Урожай зерна		(38,7)								
Среднее за 3 года										
1	0,7	14,7	895	514	42,6	22,4	22,0	609	350	
2	0,5	6,2	346	136	60,7	8,7	5,8	558	219	
3	1,6	10,9	460	265	42,4	11,5	11,3	422	243	
4	1,5	19,8	980	674	31,2	24,5	28,9	495	340	
5	1,1	22,7	960	614	36,0	24,0	26,3	423	271	
6	1,2	7,9	354	132	62,7	8,9	5,7	448	167	
7	0,95	73,7	3995	2335	41,6	100,0	100,0	542	317	
Урожай зерна		(33,3)								

Примечание. В этой таблице и табл. 3 периоды роста: 1 — всходы — уход в зиму, 2 — начало весенней вегетации — кущение, 3 — кущение — начало выхода в трубку, 4 — рост стебля, 5 — колошение — молочная спелость, 6 — молочная спелость — восковая спелость, 7 — весь вегетационный период.

К началу весенней вегетации запасы доступной влаги в 1,5 м слое почвы в монолите ГПИ и на участках составляли: в 1971 г. — 160,0, в 1975 г. — 178,2 и в 1976 г. — 175,5 мм.

В скобках — урожай зерна. В 1971 г. на 1 ц зерна затрачено 104 м³, в 1975 — 143, в 1976 и в среднем за 3 года — 120 м³ воды.

Зависимость интенсивности транспирации от величины фотосинтетического потенциала (ФП) и метеорологических условий

Периоды роста	Осадки, мм	Количество суховейных дней	ФП, тыс. м ² в сутки на 1 га	Интенсивность транспирации, кг/м ² ·сутки	Продуктивность транспирации, г/л
1970/71 (умеренно засушливый)					
1	85,0	1	374,1	1,60	0,37
2	13,1		163,4	1,32	0,24
3	5,0	3	288,0	1,30	0,36
4	2,9	2	378,0	1,45	0,30
5	35,3	6	239,0	1,45	0,22
6	42,9	3	84,0	2,80	0,19
7	184,2	15	1526,5	1,52	0,31
1974/75 (засушливый)					
1	4,0	34	256,8	1,61	0,36
2	2,7	9	125,3	0,67	0,38
3	15,5	17	487,2	0,65	0,20
4	0,8	14	288,2	2,46	0,05
5	12,8	18	209,6	3,89	0,34
6	—	9	12,3	3,66	0,13
7	35,8	101	1379,4	1,73	0,37
1975/76 (влажный)					
1	17,0	3	739,2	0,71	0,33
2	15,4	3	154,3	0,71	0,15
3	5,9	4	226,1	0,48	0,16
4	102,8	12	784,2	0,98	0,28
5	90,1	9	602,3	1,13	0,24
6	29,8	5	66,2	1,74	—
7	261,0	36	2572,3	0,90	0,28

риод равнялся 317, то в резко засушливом 1974/75 г. он возрос до 374, в умеренно засушливом 1970/71 составил 313 и во влажном 1975/76 г. снизился до 280.

Установлена обратная зависимость между показателями ГТК и величиной транспирационного коэффициента. Это можно видеть из рисунка, где представлены данные по рассматриваемым показателям за 1971 г., по метеорологическим условиям типичным для зоны (рисунок).

С целью выявления зависимости процесса транспирации озимой пшеницы от развития листовой поверхности и фотосинтетического потенциала нами изучалась и интенсивность транспирации, выражающаяся количеством воды, испаренной за единицу времени, на единицу поверхности листьев.

Определяющим фактором интенсивности транспирации являлись метеорологические условия вегетационного периода. Они влияли не только на этот процесс, но и на формирование листовой поверхности. Так, в засушливом 1975 г. фотосинтетический потенциал (ФП) озимой пшеницы был небольшим — 1379 тыс. м² в сутки/га (табл. 3), а повышенные температуры и большое

Зависимость транспирационного коэффициента (ТК) от гидротермического коэффициента (ГТК) по периодам развития озимой пшеницы в 1971 умеренно засушливом году.

a — начало весенней вегетации — кущение; *б* — кущение — начало выхода в трубку; *в* — рост стебля; *г* — колошение — молочная спелость; *д* — молочная спелость — восковая спелость.

число суховейных дней (101) обусловили в этом году высокую — 1,73 кг/м² в сутки — интенсивность транспирации. Таким образом, в год с низким ФП озимая пшеница имела высокую интенсивность транспирации.

Наоборот, во влажном 1976 г. развилась большая листовая поверхность, и ФП за вегетацию достиг 2572 тыс. м² в сутки на 1 га. Это и повышенная влажность привели к понижению интенсивности транспирации до 0,9 кг/м² в сутки. Указанный показатель снижался вследствие взаимного затенения листьев (особенно нижних ярусов), которое создавалось при большой листовой поверхности.

В умеренно засушливом 1971 г. ФП был немного выше (1526 тыс. м²·сут/га), а интенсивность транспирации ниже (1,52 кг/м² в сутки), чем в 1975 г.

В годы опыта было установлено, что интенсивность транспирации посевов ниже в начальные фазы весеннего развития, по годам она составляла: в 1971 — 1,32, в 1975 — 0,67 и в 1976 — 0,71 кг/м² в сутки. К межфазному периоду молочная — восковая спелость отмечалось ее возрастание соответственно по годам до 2,80, 3,66 и 1,74 кг/м² в сутки.

Испарение влаги с поверхности чистого пара

Пятилетние наблюдения за испаряемостью с открытой поверхности почвы позволили установить (табл. 4), что из парового поля влага теряется в течение всего периода парования. Испарение возрастало при повышении солнечной радиации и в еще большей мере — при увеличении влажности почвы, особенно в тех случаях, когда она приближалась к уровню наименьшей влагоемкости (НВ). В одинаковых гидротермических условиях по мере подсыхания почвы уменьшалось и испарение. Особенно оно замедлялось при влажности почвы ниже 17% (влажность разрыва капилляров — ВРК). Это было хорошо заметно в засушливые 1972 и 1975 гг., когда влажность почвы с июня опускалась ниже ВРК, а испаряемость уменьшалась в 1,5—2 раза по сравнению со средней за 5 лет.

В засушливом 1972 г. гидротермические условия (ГТК) в период парования поля складывались следующим образом: осадков выпало 80,5 мм (40% от нормы), ГТК был равен 0,5, начальная влажность почвы в слое 0—50 см равнялась 22,3, конечная — 13,3%. Испарение из почвы составило 158,5 мм и превзошло количество выпавших осадков на 70,0 мм.

В 1975 г. были сильно засушливыми апрель — июнь, за эти три месяца осадков выпало всего 30,4 мм (35% нормы), испарилось влаги из почвы 92,7 мм, влажность почвы (в слое 0—50 см) понизилась с 22,4 до 15,8%; только благодаря обильным осадкам в июле и первой половине августа (145,3 мм) почва пополнилась влагой (до 22,5%), что позволило провести посев озимых в благоприятных условиях. Таким образом, за период парования выпало осадков 175,7 мм и испарилось влаги 137,7 мм, влажность почвы в начале и конце парования была одинаковой (22,5%).

Несмотря на пониженные температуры, во влажные 1973, 1974 и 1976 гг. наблюдалась более высокая, чем в засушливые, испаряемость воды из почвы (табл. 4). Это объясняется тем, что вследствие более обильного и равномерного выпадения осадков во влажные годы почва в период парования увлажнялась больше. Так, в 1973 г. за это время выпало 250,5 мм осадков, ГТК равнялся 1,6 и влажность почвы (в слое 0—50 см) начальная и конечная была немного выше 21% и не опускалась ниже 19,0%. Испарилось воды из почвы 216,0 мм (на 36—56% больше, чем в засушливые годы) или на 34,5 мм больше, чем выпало в виде осадков. Часть воды была поглощена более глубокими слоями.

Испарение воды с чистого пара в зависимости от эффективных температур (СТ, °С), суммы осадков (СО, мм) и влажности почвы в слое 0—50 см

Показатели	Апрель II—III декады	Май	Июнь	Июль	Август I—II декады	За период па- рования
1972 г. (засушливый, ГТК-0,5)						
СТ	125	311	450	591	395	1872
СО	13,0	16,1	12,8	38,6	—	80,5
Влажность почвы, %	22,3	18,5	15,6	14,3	13,3	—
Испарение, мм	21,4	39,2	32,8	50,1	15,0	158,5
1973 г. (влажный, ГТК-1,6)						
СТ	154	330	399	393	275	1552
СО	13,0	71,7	47,7	82,4	35,7	250,5
Влажность почвы, %	21,5	22,1	19,0	20,8	21,2	—
Испарение, мм	24,0	57,0	49,9	57,1	28,0	216,0
1974 г. (влажный, ГТК-1,7)						
СТ	19	282	371	436	272	1380
СО	29	59,8	50,3	77,4	23,5	240,0
Влажность почвы, %	25,3	24,6	21,5	22,6	21,5	—
Испарение, мм	19,2	48,8	71,2	68,2	34,5	241,9
1975 г. (засушливый, ГТК-0,9)						
СТ	234	394	516	493	190	1827
СО	18,3	0,8	11,3	84,8	60,5	175,7
Влажность почвы, %	22,4	17,5	15,8	22,1	22,2	—
Испарение, мм	48,1	21,3	22,1	23,2	22,5	137,7
1976 г. (влажный, ГТК-2,8)						
СТ	42	280	340	353	246	1261
СО	15,4	63,4	99,3	67,6	125,0	370,7
Влажность почвы, %	20,6	16,1	22,6	23,1	23,9	—
Испарение, мм	24,8	56,8	53,5	44,2	44,0	223,3
Среднее за 5 лет						
СТ	115	319	415	453	276	1578
СО	17,7	42,4	44,2	70,1	61,1	235,5
Влажность почвы, %	22,4	19,8	18,9	20,6	20,4	—
Испарение, мм	27,5	44,7	45,9	48,6	28,8	195,5

В 1974 г. осадков выпало на 10 мм меньше, чем в 1973 г., но начальная влажность (в слое 0—50 см) была выше, затем достигла 25,3% и не опускалась ниже 21,5%. Поэтому испарение из почвы оказалось более высоким и достигло 241,9 мм, превысив сумму осадков на 1,9 мм.

В период парования почвы в 1976 г. выпало большое количество осадков — 370,7 мм (185% нормы), температуры были пониженными, ГТК — высоким (2,8). Начальная влажность почвы равнялась 20,6% и к посеву озимых возросла до 23,9%. Благодаря пониженным температурам с почвы испарилось влаги меньше, чем в предыдущие годы, — 223,8 мм. Таким образом, испарение было на 147,5 мм меньше суммы осадков за период. В среднем за 5 лет испарение с почвы чистого пара за время с 10 апреля по 20 августа было большим — 195,5 мм, что равняется многолетней норме суммы осадков за этот период. Средняя сумма осадков за годы опытов (235,5 мм) все же на 40,0 мм превысила испарение.

Урожайность озимых культур в засушливой зоне Поволжья во многом зависит от запасов влаги в почве к посеву этих культур. Поэтому приемы обработки парового поля, уменьшающие испарение, такие, как рыхление самого верхнего слоя (0—4 см) с одновременным созданием на глубине 4—6 см уплотненной прослойки, мульчирование, а также систематическое уничтожение сорняков, должны найти здесь широкое применение.

Выводы

1. Транспирация у озимой пшеницы возрастала от начальной фазы весеннего развития до колошения. Затем она снижалась и в фазу восковой спелости прекращалась. Непродуктивное испарение с поверхности почвы, наоборот, было высоким в начальную (весной) и конечную фазы развития.

Потеря воды из почвы на непродуктивное испарение за вегетацию достигала в засушливом 1975 г. 1289 м³/га, а во влажном 1976 г. — 2223 м³/га, т. е. составляла соответственно 35,1 и 49,1% суммарного испарения.

2. Возраст растений и гидротермические условия влияли на величину коэффициентов транспирации озимой пшеницы. Она увеличивалась от весеннего кущения до колошения, а затем уменьшалась.

В периоды вегетации озимой пшеницы наблюдалась обратная зависимость между величинами гидротермических и транспирационных коэффициентов. Коэффициент транспирации за вегетацию в среднем за 3 года составил 317. Наиболее высоким он был в засушливом 1975 г. — 374 и самым низким во влажном 1976 г. — 280.

3. В благоприятных условиях увлажнения интенсивность транспирации уменьшалась благодаря увеличению взаимного затенения листьев при хорошем росте растений.

4. Испарение воды с почвы чистого пара за период парования (с 10 апреля по 20 августа) в среднем за 5 лет составляло 19,5 мм, что приближалось к многолетней норме осадков за этот период; а в засушливом 1975 г. оно равнялось 137,7, во влажном 1973 г. — 250,5 мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Варасова Н. Н., Шустова А. П. Физиология растений. М., «Колос», 1969, с. 40. — 2. Генкель П. А., Андреева И. Н., Ермакова К. Г., Цветкова И. В. «Изв. АН СССР», 1957, вып. 4. — 3. Зайцев К. Н. «Докл. ВАСХНИЛ», 1940, вып. 19. — 4. Иванов П. К. Яровая пшеница. М., Сельхозгиз, 1948. — 5. Иванов П. К. Яровая пшеница. М., «Колос», 1971. — 6. Клименко В. Л., Попова С. В. Фотосинтетическая деятельность посевов озимой пшеницы при разных предшественниках и уровнях питания. «Изв. ТСХА», 1973, вып. 2, с. 29—37. — 7. Куликов Ю. Н. Структура испарения и пути ее регулирования. В кн.: Водный баланс СССР и его преобразование. М., «Наука», 1969, с. 262—270. — 8. Максимов Н. А. Краткий курс физиологии растений. М., Сельхозгиз, 1948. — 9. Ничипорович А. А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза в посевах: В кн.: Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. М., Изд-во АН СССР, 1963, с. 5—35. — 10. Носатовский А. И. Пшеница. М., Сельхозгиз, с. 335—340. —

11. Пруцков Ф. М. Озимая пшеница. М., «Колос», 1970. — 12. Сабинин Д. А. Физиологические основы питания растений. М., Изд-во АН СССР, 1955. — 13. Свентицкий И. И. Энергия и растения. М., «Знание», 1970. — 14. Тимирязев К. А. Изб. соч., т. 2, М., Сельхозгиз, 1948. — 15. Устенко Г. П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах как основа формирования высоких урожаев. В кн.: Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. М., Изд-во АН СССР, 1963, с. 37—70. — 16. Физиология сельскохозяйственных растений, т. 4, Изд-во МГУ, 1969, с. 225—231. — 17. Физиология сельскохозяйственных растений, т. 5, Изд-во МГУ, 1969. — 18. Шаратов Н. И., Смирнов В. А. Климат и качество урожая. Л., Гидрометеоиздат, 1966. — 19. Шатилов И. С., Замаараев А. Г., Чаповская Г. В., Баринов А. И. Водопотребление и формирование урожая озимой пшеницы при разном уровне минерального питания. «Изв. ТСХА», 1971, вып. 4, с. 34—42.

Статья поступила 1 июля 1977 г.

SUMMARY

Investigations were conducted in 1970—1976 on the Training Farm of the Timiryazev Academy "Mummovskoje" (Saratov region).

Transpiration and structure of evaporation in winter wheat were studied with the help of hydraulic and soil evaporimeters, and evaporation from the open clean fallow ground — only with the help of weight evaporimeters.

The values of transpiration and water consumption coefficients in winter wheat varied with the age of plants and with hydrothermal conditions in the growing period, being higher in droughty years. The intensity of transpiration depended to greater extent upon the leaf surface, the correlation being reverse.

Water evaporation from the open clean fallow ground during the fallowing period was higher, approaching the total rainfall of this period.