

УДК 633.31:[631.811+631.67

**ВОДНЫЙ И ПИЩЕВОЙ РЕЖИМЫ
ЛЮЦЕРНОВОГО И ЛЮЦЕРНО-ЗЛАКОВОГО ТРАВСТОЕВ
ПРИ ОРОШЕНИИ И УДОБРЕНИИ**

И. В. КОБОЗЕВ
(Кафедра луговодства)

Правильное сочетание поливных режимов, доз, соотношений и сроков внесения удобрений является самым важным условием получения высоких устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур [1, 2, 7—11]. Однако проблемы удобрения при орошении и режимы поливов в конкретных зонах изучены еще недостаточно. Многие авторы указы-

вают на необходимость продолжения исследований с целью разработки таких поливных режимов, которые, обеспечивая получение высоких урожаев культур, требуют возможно меньших затрат воды [2, 8]. Особенно это важно для северной части степной зоны УССР, где в большинстве случаев орошение может быть организовано только на местном стоке. В указанном районе наиболее урожайными и отзывчивыми на орошение кормовыми угодьями являются люцерновые и люцерно-злаковые сенокосы и пастбища. Исследований их водного и пищевого режимов проведено пока мало. В связи с этим нами в колхозе «Октябрь» Знаменского района Кировоградской области изучалось влияние разных сочетаний режимов орошения и доз удобрений на продуктивность люцерновых и люцерно-злаковых травостоев, качество корма и экономическую эффективность использования земли. Часть полученных данных опубликована ранее [3, 5]. В настоящей статье сообщаются результаты полевых и производственных опытов, в которых определялись уровень предполивной влажности и глубина промачивания почвы при орошении. Показывается взаимосвязь водного и пищевого режимов почвы, а также зависимость коэффициента суммарного водопотребления травостоев от орошения и удобрений.

Условия и методика проведения опытов приведены в [3, 5]. Почва тяжелосуглинистый и среднегумусный глубокий обыкновенный чернозем, мощность гумусового горизонта 103—107 см, водопроницаемость средняя, грунтовые воды находятся на глубине 15 м. В этих условиях верхний предел влажности должен составлять 100 % ППВ (НВ). Схемы опытов представлены в таблицах.

Пищевой режим почвы в зависимости от орошения и внесения удобрений

О пищевом режиме почвы мы судили по содержанию более устойчивых, чем азот, усвояемых фосфора и калия. Наибольшее содержание этих питательных веществ отмечено в верхнем слое почвы [1, 2], поэтому его пересыхание ведет к резкому ухудшению питания растений. Внесение фосфорно-калийных удобрений увеличивало содержание усвояемого калия и фосфора в почве (табл. 1, 2). Без внесения удобрений запасы усвояемых питательных веществ в почве несколько уменьшались.

Т а б л и ц а 1

Баланс усвояемого K_2O (кг/га) в почве под люцерно-злаковым травостоем в слое 0—30 см за период с 25 марта 1973 г. по 26 октября 1975 г.

Удобрения	Вынос с урожаем			Осталось в почве, 1975 г			Потреблено из нижних слоев и перешло из неусвояемых форм		
	без орошения	75—100 % ППВ	85—100 % ППВ	без орошения	75—100 % ППВ	85—100 % ППВ	без орошения	75—100 % ППВ	85—100 % ППВ
Без удобрений	385	595	688	486	479	438	+278	+480	+532
100P160K	464	726	841	879	760	731	+270	+413	+499
100P160K240N	533	879	1031	864	712	672	+321	+518	+628

Примечание. В начале опыта 25/III 1973 г. в слое 0—30 см содержалось 594 кг K_2O на 1 га.

Особенно сильно возросло содержание усвояемого фосфора и калия в вариантах без орошения (табл. 1, 2, 3). При этом удобрения, внесенные в летний период, практически не использовались и находились в нерастворенном состоянии на поверхности почвы [5]. Калий

Т а б л и ц а 2

Содержание усвояемого P_2O_5 (кг/га) в почве под люцерно-злаковым травостоем в зависимости от орошения и удобрения

Удобрения	Содержание 26/Х 1975 г.			Прибавка к 1973 г.		
	слой почвы					
	0—10	10—20	20—30	0—10	10—20	20—30
Без орошения						
Без удобрений	127,7	120,3	83,1	+1,1	+2,5	-6,4
100P160K	186,4	136,4	91,1	+59,8	+18,6	+1,6
100P160K240N	180,8	121,5	91,1	+54,2	+3,7	+1,6
Орошение, 75—100 % ППВ в слое 0—70 см						
Без удобрений	116,4	114,1	87,4	-10,2	-3,7	-2,4
100P160K	157,4	120,3	84,4	+30,5	+2,5	-5,1
100P160K240N	135,6	119,0	88,4	+19,0	-1,2	-1,1
Орошение, 85—100 % ППВ в слое 0—70 см						
Без удобрений	118,7	112,8	89,5	+7,9	-5,0	+0,0
100P160K	148,0	117,8	91,1	+21,0	-0,0	+1,6
100P160K240N	148,0	115,3	91,1	+21,0	-2,5	+1,6

Т а б л и ц а 3

Баланс усвояемого P_2O_5 (кг/га) в почве под люцерно-злаковым травостоем в слое 0—30 см с марта 1973 г. по октябрь 1975 г.

Удобрения	Вынос урожаем			Содержание в 1975 г.			Потреблено из нижних слоев и перешло из неусвояемых форм		
	без орошения	75—100 % ППВ		без орошения	75—100 % ППВ		без орошения	75—100 % ППВ	85—100 % ППВ
		75—100 % ППВ	85—100 % ППВ		75—100 % ППВ	85—100 % ППВ			
Без удобрений	75	125	148	331	318	321	+74	+109	+135
100P160K	94	157	194	417	362	344	-123	-115	-95
100P160K240N	102	182	225	393	343	343	-138	-109	-65

П р и м е ч а н и я. 1. В начале опыта в слое 0—30 см содержалось 334 кг усвояемого P_2O_5 на 1 га.

2. Числа с минусом — количество фосфора, перешедшего из усвояемых форм в неусвояемые.

закреплялся в обменной форме в зоне внесения и передвигался по профилю, как правило, незначительно [6].

Фосфорные удобрения в нашем опыте повышали содержание усвояемой фосфорной кислоты в почве даже в условиях обильного орошения только в слое 0—10 см (табл. 3). При поддержании влажности почвы в слое 0—70 см в пределах 85—100 % ППВ верхний горизонт (0—30 см) увлажнялся в большей степени, и потребление питательных веществ из внесенных удобрений, а следовательно, и коэффициент их использования были больше, чем при режиме 75—100 % ППВ (табл. 1, 3).

При постоянном увлажнении верхнего наиболее плодородного слоя почвы резко возрастало также и потребление питательных веществ почвы. Например, орошение при 85 % ППВ без внесения удобрений способствовало увеличению выноса фосфора почти в 2 раза. При этом содержание подвижных его форм оставалось почти таким же, как и без орошения, что объясняется усилением микробиологической активности

почвы [5] и переходом питательных веществ из неусвояемых форм в усвояемые (табл. 3). Кроме того, люцерна выносит определенное количество фосфора из нижних слоев в верхние [6]. По этой причине его содержание в верхних слоях в вариантах без фосфорных удобрений в 1975 г. оставалось почти таким же, как и в 1973 г. (табл. 2).

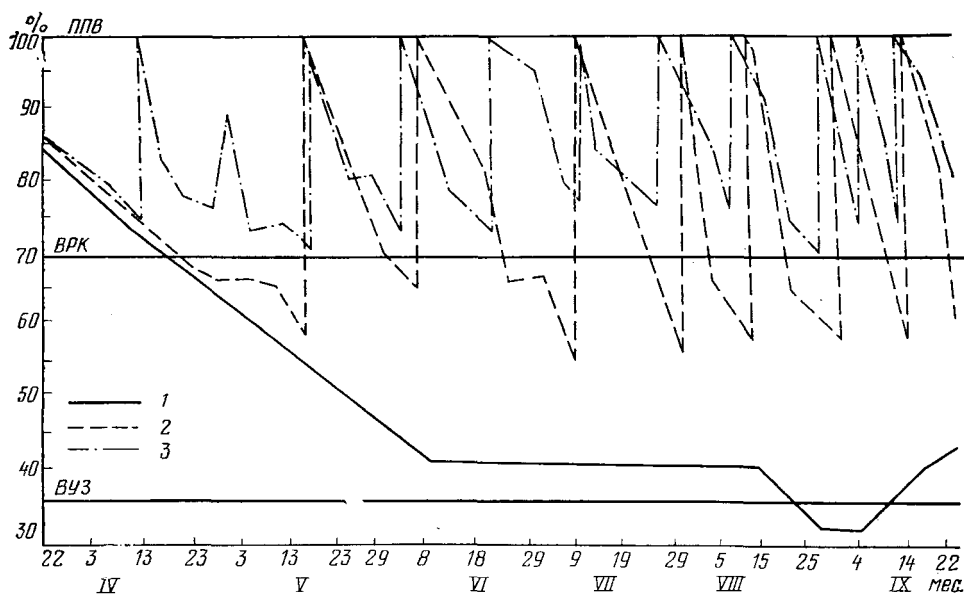
Часть вносимых фосфора и калия переходила в неусвояемую форму (табл. 3). Такой процесс протекал интенсивнее в вариантах без орошения и без азота, так как повышение влажности почвы и улучшение азотного питания способствовали усилению поглощения фосфора и калия растениями. Поэтому во избежание чрезмерного увеличения содержания в почве какого-либо элемента при орошении нужно применять сбалансированное полное удобрение.

Водный режим почвы и урожайность люцернового и люцерно-злакового травостоев

Содержание и передвижение воды в растении в огромной степени зависят от водного режима почвы, температуры и влажности воздуха. Например, содержание влаги в растениях было в неорошаемых условиях ниже, чем в орошаемых. Растения, выращиваемые на богаре, меньше испаряли воды за единицу времени, так как имели меньше листьев и стеблей [3]. Содержание воды в растениях в летние периоды резко уменьшалось от утра к полдню, особенно при недостаточном увлажнении почвы.

Как показали исследования, водный режим почвы в богарных условиях не обеспечивал хорошего роста и развития растений [3]. Влажность почвы в слое 0—70 см на протяжении почти всего периода была ниже влажности разрыва капилляров (ВРК) [1, 2], а в 1974 и 1975 гг. опускалась до влажности устойчивого завядания. Особенно сильно иссушался верхний наиболее плодородный горизонт (рисунок).

Как показали полевые опыты, отрастание травостоев прекращалось при влажности более высокой, чем влажность устойчивого завядания



Динамика влажности почвы в 1975 г. в слое 0—30 см при режимах увлажнения в слое 0—70 см.

1 — 85—100 % ППВ; 2 — 75—100 % ППВ; 3 — без орошения.

(ВУЗ). В этих условиях усвоение воды растениями и ее передвижение к надземным органам протекало медленнее, чем испарение.

При поддержании влажности почвы в слое 0—70 см в пределах 75—100 % ППВ (рисунок) в слое 0—30 см она часто опускалась ниже влажности разрыва капилляров, что резко уменьшало доступность воды растениям.

Растения испытывают недостаток в воде уже при влажности 70 % ППВ и ниже [7, 8].

При поддержании влажности почвы в слое 0—70 см не ниже 85±±3 % ППВ ее уровень в пахотном (0—30 см) горизонте превышал ВРК, что очень благоприятно сказывалось на всех процессах, протекающих в системе почва — растение.

Т а б л и ц а 4

Водопотребление люцерны (м³/га)

Годы	Из поч- вы	Из осадков	Поливная норма		Количество поливов	Ороситель- ная норма		Суммарное
			нетто	брутто		нетто	брутто	
Без орошения								
1973	+130	3457	—	—	—	—	—	4517
1974	+130	3355	—	—	—	—	—	4655
1975	+1420	2482	—	—	—	—	—	3902
В среднем	+560	3098	—	—	—	—	—	3658
Орошение, 85—100 % ППВ в слое 0—70 см, полив днем								
1973	+7	3457	400—470	480—570	6	2655	3260	6120
1974	—180	3355	300—440	340—600	9	2945	3764	6120
1975	—133	2482	300—470	380—620	11	4250	5568	6599
В среднем	—102	3098	300—470	340—620	8,7	3283	4197	6280
Орошение, 85—100 % ППВ в слое 0—30 см, полив днем								
1973	+100	3457	200—250	220—320	13	3015	3778	6572
1974	+90	3355	150—230	180—340	20	3460	4467	6905
1975	+100	2482	150—250	200—350	24	4975	6662	7557
В среднем	+97	3098	150—250	180—350	19	3817	4969	7011
Орошение, 85—100 % ППВ в слое 0—70 см, полив в вечерне-ночное время								
1973	—25	3457	400—470	440—500	6	2650	2963	6083
1974	—240	3355	300—450	320—520	9	3000	3546	6115
1975	—194	2482	300—460	330—510	11	4150	4938	6438
В среднем	—153	3098	300—470	320—500	8,7	3267	3816	6212

Примечание. Здесь и в табл. 5 нетто — количество воды, попавшей в почву, брутто — количество воды, пошедшее на дождевание, т. е. влага, попавшая в почву, +влага, испарившаяся в воздухе.

Орошение повышало суммарное водопотребление травостоя, что связано в основном с увеличением испаряющей листовой поверхности посевов и транспирации. Интересно отметить, что при поддержании влажности почвы в пределах 85—100 % ППВ в слое 0—30 см, хотя поливная норма в 2 раза меньше, оросительная норма выше, чем при поддержании такой же влажности в слое 0—70 см (табл. 4, 5), поскольку в первом случае большее количество влаги испаряется при дождевании в воздухе (табл. 4, 5). Кроме того, из влажных верхних слоев также испаряется больше влаги, а при промачивании до 70 см влажность их меньше 85 % ППВ и, следовательно, испарение тоже

меньше. Эти закономерности наиболее сильно проявляются в засушливые годы, в жаркие периоды и при поливах в ветреную сухую погоду. По этим же причинам проведение поливов ночью позволяет экономить оросительную воду (табл. 4, 5).

Т а б л и ц а 5

Водопотребление люцерно-злаковым травостоем (м³/га)

Годы	Из поч- вы	Из осадков	Поливная норма		Количество поливов	Оросительная норма		Суммарное
			нетто	брутто		нетто	брутто	
Без орошения								
1973	+1490	3457	—	—	—	—	—	4947
1974	+1440	3355	—	—	—	—	—	4795
1975	+1560	2522	—	—	—	—	—	4082
В среднем	+1497	3111	—	—	—	—	—	4608
Орошение, 75—100 % ППВ в слое 0—70 см								
1973	+74	3457	740—800	810—850	3,3	2490	2740	6021
1974	+440	3355	450—700	560—750	4,0	2450	2840	6245
1975	+85	2522	610—700	700—800	6,0	3930	4720	6547
В среднем	+200	3111	450—800	560—850	4,4	2957	3433	6271
Орошение, 85—100 % ППВ в слое 0—70 см								
1973	—36	3457	350—400	410—490	8,0	3030	3745	6451
1974	+264	3355	310—450	380—560	8,0	3330	4280	6949
1975	+39	2522	360—500	440—620	10,0	4400	5940	6961
В среднем	+89	3111	310—500	380—620	8,6	3587	4655	6787
Орошение, 85—100 % ППВ в слое 0—30 см								
1973	+40	3457	200—210	230—290	18,0	3620	4600	7117
1974	+205	3355	160—220	200—290	19,0	4050	5320	7610
1975	+109	2522	200—220	260—290	25,0	5280	7190	7911
В среднем	+118	3111	160—220	200—290	20,7	4317	5703	7546

Следует отметить, что количество поливной воды, испаряющейся в воздухе при дождевании, зависит от типа дождевальной машины. Меньше всего поливной воды испаряется при поливе напуском. В связи с этим расчет суммарного водопотребления проводили исходя из оросительной нормы нетто, т. е. количества поливной воды, впитанной почвой (табл. 4, 5), что позволяет сравнить данные наших опытов с результатами других исследований.

Суммарное водопотребление у люцернового травостоя было ниже, чем у люцерно-злакового, хотя поливы в первом случае проводились реже. Это объясняется тем, что в состав люцерно-злакового травостоя входила овсяница луговая, у которой водоудерживающая сила тканей меньше, а транспирационный коэффициент выше, чем у люцерны.

Исследования показали, что орошение, особенно при внесении НРК, является эффективным приемом увеличения продуктивности травостоев (табл. 6, 7). При этом действие удобрений при орошении увеличивается. Удобрения в свою очередь повышают эффективность орошения.

В полевых опытах при поддержании влажности почвы в слое 0—70 см в пределах 85—100 % ППВ урожайность люцерны была ниже, чем при такой же влажности в слое 0—30 см, особенно в вариантах с удобрениями. При поддержании влажности почвы в слое 0—30 см в пределах 85—100 % ППВ наблюдалось наилучшее сочетание водного

Сбор сырого протеина и сухого вещества люцерны в зависимости от режима орошения и удобрения

Удобрения	Сухое вещество, ц/га				Сырой протеин, кг/га			
	1973 г., средне- влажный	1974 г., средний	1975 г., сухой	в сред- нем	1973 г., средне- влажный	1974 г., средний	1975 г., сухой	в сред- нем
Без орошения								
Без удобрений	64,7	61,4	46,9	57,6	1083	988	718	927
100P160K	71,5	67,5	48,4	63,1	1206	1135	787	1043
100P160K240N	82,5	76,1	57,2	71,9	1576	1376	977	1310
Орошение, 85—100% ППВ в слое 0—70 см, поливы днем								
Без удобрений	89,4	90,0	82,3	87,2	1642	1676	1462	1593
100P160K	101,5	103,1	91,7	98,8	1938	1963	1687	1863
100P160K240N	125,0	123,7	117,4	122,0	2621	2538	2332	2497
Орошение, 85—100% ППВ в слое 0—30 см, поливы днем								
Без удобрений	92,9	93,8	88,0	91,6	1730	1790	1549	1690
100P160K	104,6	108,3	98,4	103,8	2066	2100	1921	1909
100P160K240N	130,8	131,3	128,7	130,2	2783	2683	2561	2677
Орошение 85—100% ППВ в слое 0—70 см, поливы в вечерне-ночное время								
Без удобрений	90,1	92,3	86,4	89,6	1659	1758	1585	1667
100P160K	102,8	106,9	97,9	102,5	2001	2105	1810	1942
100P160K240N	128,5	129,2	125,3	127,7	2763	2742	2550	2685
НСР ₀₅ частных	6,7	4,1	2,2	3,8	—	—	—	19,6
НСР ₀₅ орошения	4,5	2,2	1,1	1,9	—	—	—	14,0
НСР ₀₅ удобрений	2,9	2,2	1,1	2,7	—	—	—	9,9

Т а б л и ц а 7

Эффективность разных режимов орошения люцерно-злакового травоя

Удобрения	Сухое вещество, ц/га				Затраты оросительной воды (брутто) на получение 1 кг сухого в-ва, м ³			
	1973	1974	1975	в сред- нем	1973	1974	1975	в сред- нем
Без орошения								
Без удобрений	65,9	56,4	43,1	55,1	—	—	—	—
100P160K	72,1	60,4	45,5	59,4	—	—	—	—
100P160K240N	86,6	72,7	51,4	70,4	—	—	—	—
Орошение, 75—100% ППВ в слое 0—70 см								
Без удобрений	78,8	80,6	73,1	77,5	2,12	1,17	1,57	1,53
100P160K	88,6	86,6	78,4	84,6	1,66	1,08	1,43	1,36
100P160K240N	106,3	111,2	108,0	108,5	1,39	0,74	0,83	0,90
Орошение, 85—100% ППВ в слое 0—70 см								
Без удобрений	88,0	90,6	76,9	85,2	1,69	1,25	1,76	1,55
100P160K	98,2	98,5	84,8	93,9	1,43	1,12	1,51	1,35
100P160K240N	122,7	122,8	118,6	121,4	1,03	0,85	0,88	0,91
Орошение, 85—100% ППВ в слое 0—30 см								
Без удобрений	89,0	91,7	74,2	85,0	1,99	1,51	2,31	1,91
100P160K	99,5	100,9	84,0	94,8	1,68	1,31	1,87	1,61
100P160K240N	121,4	123,0	116,1	120,2	1,32	1,06	1,11	1,15
НСР ₀₅ частных	3,4	6,6	7,5	5,2	—	—	—	—
НСР ₀₅ орошения	1,4	3,8	3,1	2,1	—	—	—	—
НСР ₀₅ удобрений	2,0	1,2	3,1	2,9	—	—	—	—

Затраты оросительной воды (м³) на получение 1 кг дополнительной продукции на люцерновом травостое

Удобрения	Сухого вещества				Сырого протеина			
	1973	1974	1975	в среднем за 1973—1975 гг.	1973	1974	1975	в среднем за 1973—1975 гг.
Орошение, 85—100 % ППВ в слое 0—70 см, поливы днем								
Без удобрений	1,32	1,32	1,57	1,42	5,83	5,47	7,42	6,30
100P160K	1,09	1,06	1,29	1,18	4,45	4,55	5,56	5,12
100P160K240N	0,77	0,79	0,92	0,84	3,12	3,24	4,11	3,54
Орошение, 85—100 % ППВ в слое 0—30 см, поливы днем								
Без удобрений	1,34	1,38	1,51	1,46	5,84	5,56	8,01	6,51
100P160K	1,14	1,09	1,33	1,22	4,72	4,62	5,84	5,74
100P160K240N	0,78	0,81	0,93	0,85	3,13	3,41	4,20	3,63
Орошение, 85—100 % ППВ в слое 0—70 см, поливы в вечерне-ночное время								
Без удобрений	1,17	1,15	1,25	1,19	5,14	4,61	5,70	5,16
100P160K	1,13	0,90	1,02	0,97	3,73	3,66	4,83	4,24
100P160K240N	0,64	0,67	0,73	0,68	2,50	2,60	3,14	2,78

и пищевого режимов, поэтому коэффициент использования удобрений люцерной был в 1,10—1,25 раза выше, чем при поддержании такой же влажности почвы в слое 0—70 см и, следовательно, при меньших ее значениях в слое 0—30 см. Кроме того, на корнях люцерны в чистых посевах было на фоне 85—100 % ППВ в слое 0—30 см в 1,5—2 раза больше клубеньков. Таким образом, казалось бы, что лучше поливать чаще более низкими нормами, чем реже, но большими нормами (табл. 6), однако в первом случае затраты оросительной воды на получение единицы дополнительной продукции выше, чем во втором (табл. 8). Следует отметить, что в условиях производства не всегда

Т а б л и ц а 9

Эффективность орошения при разных поливных нормах, обеспечивающих поддержание влажности в пределах 85—110 % ППВ (площадь делянки 5 га, 2-кратная повторность)

Показатели	Поливная норма, м ³ /га					
	450—600 (0—70 см)			250—500 (0—30 см)		
	1975 г., сухой	1976 г., влажный	в среднем	1975 г., сухой	1976 г., влажный	в среднем
Количество поливов	10	5	7,5	24	10	17
Оросительная норма, м ³ /га:						
брутто	5220	2510	3865	6350	2800	4575
нетто	4150	2200	3175	4450	2350	3400
Количество влаги, испарившейся в воздухе, м ³ /га	1070	310	690	1900	450	1175
Сбор абсолютно сухого вещества, ц/га:						
Без орошения в вариантах						
без удобрений	44,8	65,5	55,2	44,8	65,5	55,2
100P120K240N	53,5	84,3	68,9	53,5	84,3	68,9
При орошении в вариантах						
без удобрений	86,1	94,1	90,1	89,2	99,3	94,2
100P120K240N	129,8	137,2	133,5	138,4	152,0	138,6
Затраты оросительной воды, м ³ на 1 кг прибавки сухого вещества:						
без удобрений	1,26	0,88	1,11	1,43	0,83	1,17
100P120K240N	0,68	0,47	0,49	0,75	0,40	0,66

возможно проводить частые поливы. Помимо этого, при увлажнении только верхних слоев почвы формируется поверхностная корневая система, т. е. растения становятся менее устойчивыми к засухе, что при срыве очередного полива может привести к значительному падению урожайности.

При поливе большими нормами на крупных площадях, особенно в безветренную погоду, происходит конденсация испарившейся влаги в воздухе, поэтому лучше всего проводить орошение группой дождевальных машин. Об этом убедительно свидетельствует производственный опыт, проведенный в колхозе «Октябрь» (табл. 9). Так, в 1975 сухом году в полевом опыте при дождевании испарилось воды 1540, в производственном — 1070 м³ на 1 га. Интересно отметить, что в производственных условиях различия между вариантами по урожайности проявляются сильнее, чем в опытных (сравните табл. 9 и 4, 6 и 8). Это объясняется тем, что полевой опыт с орошением не полностью раскрывает преимущества одновременного улучшения водного и пищевого режимов почвы, так как из-за близости расположения неорошаемых и орошаемых участков на них устанавливается почти одинаковый микроклимат [4].

Проверка результатов полевых опытов на больших площадях свидетельствует, что при поддержании высокой влажности почвы в верхних слоях с помощью орошения малыми нормами хотя урожайность и выше, однако оросительная влага используется менее экономно, чем при орошении большими нормами (табл. 9). Это наиболее ярко проявляется в засушливые годы. Однако во влажные годы, особенно при внесении высоких доз удобрений, может наблюдаться и противоположное явление. Следовательно, в последнем случае глубину промачиваемого слоя желательно уменьшить.

При определении глубины увлажняемого слоя необходимо учитывать также уровень грунтовых вод и их засоленности. При близком залегании грунтовых вод с высоким содержанием солей она должна быть меньше. Например, в наших опытах в Ростовской области в пойме р. Дона оптимальным оказалось поддержание влажности почвы в пределах 70—100 % ППВ в слое 0—50 см [4], а в Курсавском районе Ставропольского края в условиях опасности засоления почвы — 85—100 % ППВ в слоях 0—40 и 0—50 см.

Следует отметить интересный факт увеличения окупаемости оросительной воды во влажный год по сравнению с засушливым, так как чем выше влажность воздуха, тем меньше влаги испаряется непроизводительно. В связи с этим использование растениями оросительной воды в Нечерноземной зоне может оказаться более эффективным, чем в более засушливых регионах.

При режиме орошения 85—100 % ППВ в слое 0—70 см на люцерно-злаковом травостое урожайность и окупаемость поливной воды прибавкой были выше, чем при таком же режиме, но в слое 0—30 см. Напротив, урожайность чистых посевов люцерны была выше в последнем случае.

В люцерно-злаковой травосмеси при незначительной глубине промачивания почвы и обильном увлажнении верхнего слоя резко усиливается конкурентоспособность овсяницы луговой и уменьшается в травостое содержание более урожайной люцерны, у которой в этих условиях слабо развивается симбиотический аппарат. Вместе с тем овсяница летом растет хуже и плохо использует поливную воду и удобрение. По этим причинам окупаемость оросительной воды прибавкой продукции на люцерно-злаковом травостое ниже, чем на люцерновом (табл. 7 и 8). Следовательно, на злаковых травостоях, лучше растущих при обильном орошении верхнего слоя почвы (режим 85—100 % ППВ в слое 0—30 см), увлажняемый горизонт должен быть меньше, а

влажность следует поддерживать на более высоком уровне, чем на люцерне и люцерно-злаковых травостоях.

Изучение эффективности ночных поливов показало (табл. 4 и 6), что в этом случае не только уменьшается испарение поливной воды в воздухе во время дождевания, но и увеличивается урожайность. Последнее объясняется тем, что при поливе дождеванием днем имеют место резкие перепады температуры тканей и их переохлаждение, так как на испарение влаги затрачивается большое количество тепла. Это наиболее ярко проявляется в засушливые периоды, когда испарение капель воды, попавших на листья, происходит наиболее интенсивно. Неравномерность и резкость охлаждения разных частей растений, особенно при поливе холодной водой в засушливые жаркие периоды, отрицательно сказывается на росте растений и физиологических процессах, происходящих в их тканях. В частности, вероятно, нарушается биологический ритм развития растений, например, при поливе сахарной свеклы дождеванием холодной водой в засушливом 1975 г. резко увеличился процент растений, подвергшихся цветухе.

Влияние удобрений и орошения на коэффициент суммарного водопотребления люцернового и люцерно-злакового травостоев

При орошении и внесении удобрений урожайность сельскохозяйственных культур растет быстрее, чем их водопотребление, поэтому коэффициент водопотребления уменьшается [7, 8].

Наименьший коэффициент водопотребления наблюдался в вариантах с НРК. При этом действие удобрений усиливалось при улучшении водного режима. Например, в 1975 г. коэффициент водопотребления люцерно-злакового травостоя без орошения в результате внесения 100Р160К240N был ниже, чем в неудобряемом варианте, на 223, при водном режиме 75—100 % ППВ в слое 0—70 см — на 290, а при 85—100 % ППВ в слое 0—70 см — на 318 (табл. 10).

В условиях орошения увеличивается суммарное водопотребление, но влага используется растениями более экономно, чем на богаре. Это объясняется тем, что при пересыхании верхнего самого плодородного горизонта почвы растения поглощают питательные вещества в основном из нижних, более бедных слоев. Поэтому для усвоения необходимого количества питательных веществ растения должны потребить больший объем почвенного раствора [11]. Кроме того, при ухудшении минерального питания интенсивность фотосинтеза уменьшается, а коэффициент транспирации остается на прежнем уровне [9]. По той же причине коэффициент водопотребления увеличивается в летний период, когда верхний слой почвы постоянно имеет пониженную влажность.

Этим же объясняется то, что во влажные годы коэффициент суммарного водопотребления меньше, чем в засушливые (табл. 10).

При поддержании влажности почвы в слое 0—70 см в пределах 75—100 % ППВ верхний горизонт периодически пересыхал, что и определило более высокий коэффициент водопотребления, чем при режиме 85—100 % ППВ в слое 0—70 см. Наиболее экономное использование влаги травостоями наблюдалось при поливе ночью.

Орошение уменьшает коэффициент водопотребления при внесении удобрений в большей степени, чем без их применения. Максимальная экономия дождевой и поливной воды отмечалась при совместном применении удобрений и орошения, обеспечивающего достаточное увлажнение в зоне внесения удобрений, т. е. в вариантах орошения 85—100 % ППВ в слое 0—70 см.

Коэффициент водопотребления у люцерно-злакового травостоя выше, чем у люцернового, особенно при повышенной температуре воздуха летом.

**Коэффициент водопотребления люцернового и люцерно-злакового травостоев
при разных режимах орошения**

Удобрения	Люцерна				Люцерна + злак			
	1973	1974	1975	в сред- нем	1973	1974	1975	в сред- нем
Без орошения								
Без удобрений	698	759	832	756	751	850	944	837
100P160K	633	690	774	691	696	794	893	778
100P160K240N	551	612	682	607	671	659	721	657
Орошение, 85—100 % ППВ в слое 0—70 см, поливы днем								
Без удобрений	685	681	802	719	733	767	905	797
100P160K	603	594	720	635	656	705	822	724
100P160K240N	490	495	562	530	526	566	587	559
Орошение, 85—100 % ППВ в слое 0—30 см, поливы днем								
Без удобрений	707	736	859	765	800	830	938	798
100P160K	628	636	768	675	715	754	829	716
100P160K240N	502	528	580	538	586	565	600	565
Орошение, 85—100 % ППВ в слое 0—70 см, поливы ночью								
Без удобрений	675	662	708	693	—	—	—	—
100P160K	595	572	625	606	—	—	—	—
100P160K240N	473	473	488	486	—	—	—	—
Орошение, 75—100 % ППВ в слое 0—70 см, поливы днем								
Без удобрений	—	—	—	—	769	774	896	809
100P160K	—	—	—	—	680	721	835	741
100P160K240N	—	—	—	—	566	562	606	578

Выводы

1. Самое экономное расходование влаги и наиболее полное использование люцерновым и люцерно-злаковым травостоями питательных веществ почвы и удобрений наблюдается при достаточном увлажнении (не ниже ВРК) верхнего удобряемого высокоплодородного слоя и глубоком промачивании почвы, что в наших опытах обеспечивалось при поливном режиме 85—100 % ППВ в слое 0—70 см и внесении азотных, фосфорных и калийных удобрений.

2. При поливах в вечерне-ночное время урожайность травостоев была выше, чем при дневных.

3. Значения коэффициентов водопотребления при режимах орошения 75—100 % ППВ в слое 0—70 см и 85—100 % ППВ в слое 0—30 см были выше, чем при 85—100 % ППВ в слое 0—70 см (средняя поливная норма 450 м³/га). В первом случае это объясняется частым падением влажности в верхних горизонтах почвы ниже ВРК при редких поливах высокими нормами (560—850 м³/га), в последнем — большим испарением влаги из почвы и в воздухе во время дождевания при частых поливах малыми дозами (200—290 м³/га).

4. Режим орошения в определенной мере определяется составом фитоценоза. Злаки лучше всего развиваются при внесении азотных удобрений и поддержании влажности почвы в верхнем 0—30 см слое не ниже 85 % ППВ. Наибольшая урожайность люцерны и люцерно-злаковой травосмеси в обычные годы получена при глубоком промачивании почвы и поддержании влажности в верхнем 0—30 см слое не ниже 70 % ППВ. Во влажные годы целесообразно глубину промачиваемого слоя уменьшить, а нижний предел влажности почвы увеличить до 85 % ППВ.

5. У люцерны коэффициент водопотребления меньше, чем у люцерно-злаковой травосмеси, особенно в засушливые периоды.

6. Чем выше дефицит влаги в почве и воздухе, тем больше коэффициент суммарного водопотребления травостоев. Наибольшая окупаемость поливной воды прибавкой урожая наблюдается во влажные годы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алпатьев С. М. Методические указания по расчетам режима орошения. Киев: УСХА, 1967. — 2. Андреев А. В. Культурные пастбища в южных районах. М.: Россельхозиздат, 1965. — 3. Андреев Н. Г., Максимов В. М., Кобозев И. В. Эффективность орошения и удобрения люцернового и люцерно-злакового травостоев. — Изв. ТСХА, 1978, вып. 3, с. 50—60. — 4. Андреев Н. Г., Вакилов Б. М., Кобозев И. В. Изменение естественного травостоя под действием удобрений и орошения в пойме длительного затопления. — Изв. ТСХА, 1978, вып. 6, с. 47—55. — 5. Андреев Н. Г., Максимов В. М., Кобозев И. В. Формирование корневой системы люцернового и люцерно-злакового

травостоев и потребление ими элементов питания. — Изв. ТСХА, 1979, вып. 5, с. 51—59. — 6. Возбуждая А. Е. Химия почв. М.: Наука, 1968. — 7. Лысогородов С. Д. Орошаемое земледелие. М.: Колос, 1971. — 8. Петин С. Н. Биологические основы орошаемого земледелия. М.: Наука, 1974. — 9. Прянишников Д. И. Азот в жизни растений и земледелие СССР. М.: АН СССР, 1945. — 10. Ратнер Е. И. О взаимосвязи между поглощением воды и минеральных питательных веществ растением и роли внутренних факторов. — Докл. АН СССР, 1944, т. 45, № 4. — 11. Тимирязев К. А. Жизнь растений. М.: Сельхозгиз, 1936.

Статья поступила 23 июня 1980 г.

SUMMARY

In Kirovogradsky region, alfalfa and alfalfa-grass mixture used irrigation water most sparingly under conditions of irrigation at night (soil moisture being at the level of 85—100% of maximum field water capacity) and application of nitrogenous fertilizers on phosphoric-potash fertilizer background. The irrigation regime should provide deep moistening of soil and moisture of the upper layer (0—30 cm) not lower than moisture of capillary rupture.