

УДК 633.31:[633.2.039.6+631.811+631.67

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРОШЕНИЯ И УДОБРЕНИЯ ЛЮЦЕРНОВОГО И ЛЮЦЕРНО-ЗЛАКОВОГО ТРАВСТОЕВ

АНДРЕЕВ Н. Г., МАКСИМОВ В. М., КОБОЗЕВ И. В.  
(Кафедра луговодства)

Увеличение производства высококачественного кормового белка возможно при максимальном расширении посевов бобовых культур, в том числе и люцерны. Однако исследований по использованию этой ценной культуры при создании люцерновых и люцерно-злаковых культурных сенокосов и пастбищ пока мало, а применение на них различных сочетаний орошения, внесение молибдена и доз макроудобрений требует дальнейшего комплексного изучения.

В связи с этим в 1973—1975 гг. был выполнен полевой 3-факторный опыт в колхозе «Октябрь» Знаменского района Кировоградской области, в котором посева люцерны синегибридной изучались в чистом виде и в смеси со злаковыми травами.

В ранее опубликованных работах по результатам этого опыта [1, 2] приводились данные о влиянии орошения, молибдена и макроудобрений на продуктивность и химический состав люцерны в чистом посеве. В этом сообщении освещены вопросы действия различных сочетаний указанных факторов на микробиологическую активность почвы, формирование надземной и корневой массы как люцернового, так и люцерно-злакового травостоев, на их продуктивность, бобово-ризобияльный симбиоз, взаимоотношения компонентов в изучаемых фитоценозах.

### Условия и методика проведения исследований

В смежных загонах культурных пастбищ люцерну и люцерно-злаковую травосмесь высевали в 1973 г. под покров ячменя. Предшественником была сахарная свекла. Характеристика почвы на опытном участке приведена ранее [2].

Первый полевой опыт заложен на травосмеси 1-го года пользования, которая в 1-м укосе 1973 г. состояла из люцерны синегибридной (72,3%), ковра безостого (15,3%), овсяницы луговой (11,9%) и разнотравья (0,5%). Изучались варианты: I — без удобрений; 2 —  $P_{100}K_{160}$ ; 3 —  $P_{100}K_{160}N_{120}$ ; 4 —  $P_{100}K_{160}N_{240}$ ; 5 —  $P_{100}K_{160}N_{360}$ ; 6 —  $P_{200}K_{320}N_{360}$ . Каждый вариант испытывался с внесением молибдена и без него при следующих режимах увлажнения: I — без орошения; II — орошение при нижнем уровне влажности почвы  $75 \pm 3\%$  ППВ; III — орошение при влажности почвы  $85 \pm 3\%$  ППВ в слое 0—70 см.

Второй опыт заложен на люцерне 1-го года пользования. Варианты: 1 — без удобрений; 2 —  $P_{100}K_{160}$ ; 3 —  $P_{100}K_{160}N_{120}$ ; 4 —  $P_{100}K_{160}N_{240}$ . В каждом из них были варианты с молибденом и без него при следующих режимах увлажнения: I — без орошения; II — орошение при влажности почвы в слое 0—70 см  $85 \pm 3\%$  ППВ. Верхний предел влажности

почвы при орошении равнялся 100% ППВ. Поливали дождевальной установкой ДДН-45.

Опыты заложены методом рендомизированных блоков. Площадь делянки в первом опыте — 100 м<sup>2</sup> при 4-кратной повторности, во втором — 50 м<sup>2</sup>, повторность — 3-кратная.

Фосфорные удобрения вносили в виде гранулированного суперфосфата осенью; в качестве калийных удобрений применяли хлористый калий: одну половину осенью, другую — после 1-го использования травостоя. Азотные удобрения в форме аммиачной селитры вносили дробно, под каждый укос или стравливание.

Внекорневую подкормку молибдатом аммония (по 250 г Мо на 1 га) проводили в начале 1-го и 3-го отрастания, когда проективная площадь листьев составляла 3000—3500 м<sup>2</sup> на 1 га. Расход жидкости — 500 л/га.

Ежегодно весной и после 2-го и 4-го использования травостоя почву рыхлили на глубину 15 см. Расстояние между долотообразными рабочими органами культиватора составляло 45 см.

В 1973 г. травостой 3 раза скашивали, 1 раз стравливали. В 1974 и 1975 гг. 1-й укос использовали на сенаж, последующие — на выпас.

Урожай, ботанический состав, побегообразование, накопление корневой массы, биохимический состав корма, микробиологическую активность, водно-физические и химические свойства почвы, экономическую эффективность приемов определяли по общепринятым методикам [3].

Количество клубеньков определяли на 10 растениях с каждой повторности в монолитах 25×25×40 (см). Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа.

Среднее многолетнее годовое количество осадков составляло 469 мм; за вегетацию (205—215 дней) — 315 мм; сумма положительных температур за этот период — 3000—3500°.

За вегетационный период 1973 г. осадков выпало на 51 мм, а в 1974 г. на 32 мм больше средней многолетней нормы. Вегетационный период 1975 г. отличался высокими температурами и низкой относительной влажностью воздуха. Осадков было на 46 мм меньше средней многолетней нормы. Во все годы осадки выпадали очень неравномерно.

### **Продуктивность люцернового и люцерно-злакового травостоев**

Продуктивность люцерны была наибольшей при внесении азотных удобрений на фоне фосфорно-калийных в сочетании с орошением при влажности почвы 85% ППВ (табл. 1, 10), при этом 1 кг внесенного азота давал прибавку более 10 корм. ед. У люцерно-злакового травостоя она была выше в варианте P<sub>200</sub>K<sub>320</sub>N<sub>360</sub> в сочетании с поливным режимом 85—100% ППВ (табл. 1). Следует отметить, что люцерно-злаковый травостой более отзывчив на азот и менее — на внесение фосфорно-калийных удобрений, чем люцерна. При улучшении фосфорно-калийного питания усиливается симбиотическая азотфиксация и люцерна потребляет больше биологического азота, тогда как при внесении азотных удобрений люцерна частично переходит на минеральный тип питания этим элементом, т. е. уровень азотного питания у люцерны повышается в меньшей степени, чем у злаков.

Наибольшая окупаемость 1 м<sup>3</sup> оросительной воды прибавкой урожая наблюдалась при поливном режиме 85—100% ППВ и внесении полного удобрения. В результате орошения выход кормовых единиц и протеина на 1 кг д. в. удобрений увеличивался в 2—3 раза. Эффект взаимодействия орошения и удобрения при этом увеличивался с повышением доз азота, однако для более полного использования преимуществ их совместного применения усиление минерального питания растений надо сопровождать повышением их водообеспеченности [3, 4].

Положительная роль взаимодействия фосфорно-калийных и молибденовых удобрений с орошением была существенной в люцерновом травостое и небольшой — в люцерно-злаковом. Это объясняется тем, что орошение способствует развитию симбиотического аппарата люцерны в смешанных посевах в меньшей степени, чем в чистых. Увеличение же количества клубеньков на корнях люцерны является одним из условий повышения эффективности фосфорно-калийных и молибденовых удобрений.

Двукратная подкормка молибдатом аммония дает существенную прибавку урожая при хорошем обеспечении растений фосфором и калием, поэтому молибден увеличивает продуктивность люцернового травостоя только при внесении макроудобрений, а люцерно-злакового — в варианте с  $P_{200}K_{320}N_{360}$ , при этом влажность почвы в слое 0—70 см должна поддерживаться в пределах 85—100% ППВ (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Действие молибдена (С), орошения (А) и макроудобрений (В) на продуктивность люцернового и люцерно-злакового травостоя в среднем за 1974—1975 гг. (ц абсолютно сухого вещества на 1 га)

Удобрения	Люцерна				Люцерна + злаки			
	без орошения		85—100% ППВ		без орошения		85—100% ППВ	
	без Мо	с Мо	без Мо	с Мо	без Мо	с Мо	без Мо	с Мо
Без удобрений	54,1	55,7	86,1	88,7	49,8	50,0	83,8	85,5
$P_{100}K_{160}$	58,9	61,1	97,4	101,3	52,9	53,4	91,7	93,8
$P_{100}K_{160}N_{240}$	66,6	69,1	110,0	115,0	62,1	62,9	120,7	122,8
$P_{200}K_{320}N_{360}$	—	—	—	—	67,1	68,6	139,0	142,8
НСР <sub>0,5</sub> частных			7,38				3,74	
НСР <sub>0,5</sub> для А, В, АВ			3,28				1,53	
НСР <sub>0,5</sub> для С, АС, ВС, АВС			2,32				1,23	

Как показали наши исследования, орошение позволяет проводить на 1—2 стравливания больше, чем в богарных условиях, и способствует более равномерному поступлению корма в течение пастбищного периода. В данной зоне оно не только является мощным фактором повышения продуктивности сенокосов и пастбищ, но и обеспечивает получение стабильных урожаев, способствуя более полному использованию удобрений, эффективность которых в богарных условиях резко уменьшается в засушливые годы [3].

### Кормовые качества люцернового и люцерно-злакового травостоев

Ранее нашими опытами показано, что орошение и внесение макроудобрений и молибдена способствовало увеличению содержания в люцерновом корме протеина, жира, зольных элементов каротина [2]. Люцерно-злаковый травостой в целом по кормовым качествам мало отличался от люцернового [3].

Наиболее мощными факторами улучшения качества корма с люцерновых и люцерно-злаковых пастбищ являлись орошение и внесение азота. Под их влиянием уменьшалось содержание в корме клетчатки, увеличивалась его питательность и, кроме того, снижался коэффициент одревеснения надземной части растений, а следовательно, повышалась переваримость корма. Это объясняется тем, что азотное удобрение и орошение способствуют синтезу азотистых веществ, увеличению облиственности растений и задерживают их старение [3, 6].

Уменьшение одревеснения стеблей в результате орошения и внесения азотных удобрений имеет и негативную сторону. При ухудшении освещенности нижней части стеблей они теряют прочность вследствие

замедленного отложения лигнина (табл. 2). Это является одной из причин полегания люцерны и злаков. Особо сильное полегание травостоев наблюдалось в 1-м укосе в 1976 г. В этот год урожай зеленой массы люцерно-злакового травостоя достигал в 1-м укосе 350 ц/га, однако полегание затруднило уборку и привело к большим потерям, составившим 20% урожая. Ухудшалось из-за полегания и качество корма.

Таблица 2

Коэффициент одревеснения \* надземной части люцерны в зависимости от орошения и удобрения в 1-й и 3-й циклы использования (1975 г.)

Удобрения	Стебли		Листья и соцветия		Вся надземная масса	
	1	3	1	3	1	3
Без орошения						
Без удобрений	64,6	68,9	46,3	47,0	58,4	63,9
P <sub>100</sub> K <sub>160</sub>	65,2	69,0	47,4	47,3	59,1	64,1
P <sub>100</sub> K <sub>160</sub> N <sub>240</sub>	61,8	68,7	46,2	47,4	55,3	63,8
Орошение до 85—100% ППВ						
Без удобрений	62,3	61,8	45,9	46,1	56,2	56,0
P <sub>100</sub> K <sub>130</sub>	62,0	62,1	46,0	45,8	55,5	56,3
P <sub>100</sub> K <sub>260</sub> N <sub>240</sub>	59,1	60,0	45,7	46,5	53,3	54,7

\* Коэффициент одревеснения определялся по методике, предложенной П. А. Кормщиковым [5].

Питательная ценность люцернового травостоя была наиболее высокой в варианте с P<sub>100</sub>K<sub>160</sub>N<sub>240</sub>, а люцерно-злакового — при внесении P<sub>100</sub>K<sub>160</sub>N<sub>360</sub> и P<sub>200</sub>K<sub>320</sub>N<sub>360</sub> в сочетании с орошением и влажностью почвы в слое 0—70 см 85% ППВ.

#### Коэффициент суммарного водопотребления. Вынос питательных веществ люцерновым и люцерно-злаковым травостоями

В периоды вегетации 1973—1975 гг. влажность почвы в слое 0—70 см на богаре была ниже 70% ППВ, а в 1974 и 1975 гг. опускалась до влажности устойчивого завядания. Особенно сильно иссушался верхний, наиболее плодородный горизонт. При поддержании влажности в слое 0—70 см не ниже 85±3% ППВ ее уровень в пахотном горизонте (0—30 см) всегда был выше 70% ППВ, что очень благоприятно сказывалось на всех процессах, протекающих в системе почва — растение.

Орошение, увеличивая суммарное водопотребление (табл. 3), способствовало более экономному расходованию растениями воды. Коэффициент водопотребления у люцерно-злакового травостоя был выше, чем у люцерны (табл. 4), особенно в летние периоды, когда злаки подвергаются летней депрессии и вследствие этого увеличивается непроизводительное испарение влаги.

Наиболее экономичным расходование воды было при внесении NPK и молибдата аммония и поддержании влажности в слое 0—70 см не ниже 85% ППВ [2, 3].

Наибольшая доступность питательных веществ, находящихся в почве и вносимых с удобрениями, и более интенсивное потребление их растениями наблюдались при орошении, проводимом при нижнем уровне влажности почвы 85% ППВ в слое 0—70 см [1, 3].

Т а б л и ц а 3

Суммарное водопотребление и оросительные нормы травостоев в 1973—1975 гг. (м<sup>3</sup>/га)

Год	Суммарное водопотребление					Оросительная норма		
	люцерна		люцерна + злаки			люцерна	люцерна + злаки	
	без орошения	85—100% ППВ	без орошения	75—100% ППВ	85—100% ППВ	85—100% ППВ	75—100% ППВ	85—100% ППВ
1973	4517	6120	4917	6021	6451	2655	2490	3030
1974	4655	6120	4795	6245	6949	2945	2450	3300
1975	3902	6599	4068	6547	6961	4250	3930	4400
В среднем	4358	6280	4603	6271	6787	3283	2957	3577

Исследования показали, что внесение одного из элементов питания с удобрениями увеличивает потребление растениями других [1, 3]. Следует особо подчеркнуть, что применение азотных удобрений под люцерну и люцерно-злаковый травостой способствует улучшению использования фосфора и калия из удобрений и почвы.

#### Формирование надземной и корневой массы люцернового и люцерно-злакового травостоев

Орошение и внесение азотного удобрения увеличивали густоту стояния стеблей, их мощность и облиственность, причем с улучшением азотного питания возрастало количество побегов и листьев, повышение же водообеспеченности способствовало главным образом их росту. Названные факторы действовали сильнее на злаковые травы, чем на люцерну.

Т а б л и ц а 4

Коэффициент суммарного водопотребления у люцерны и люцерно-злакового травостоя в среднем за 1973—1975 гг.

Удобрения	Люцерна		Люцерна + злаки		
	без орошения	85—100% ППВ	без орошения	75—100% ППВ	85—100% ППВ
Без удобрений	756	719	837	808	797
P <sub>100</sub> K <sub>160</sub>	691	635	778	742	724
P <sub>100</sub> K <sub>160</sub> N <sub>240</sub>	607	530	657	578	559
P <sub>200</sub> K <sub>360</sub> N <sub>360</sub>	—	—	593	512	486

Орошение и азотное удобрение усиливали побегообразование люцерны в чистых посевах в большей степени, чем в смешанных. Увеличение содержания в травостое злаковых трав приводило к уменьшению мощности, облиственности и числа побегов люцерны. При этом снижалась облиственность нижней части стеблей, отмирали прикорневые листья и побеги, что ускоряло ослабление корневой коронки люцерны и более быстрое выпадение растений из травостоя.

Фосфорно-калийные и молибденовые удобрения увеличивали мощность, количество и облиственность побегов люцерны.

Неблагоприятные условия ускоряли, орошение и азотное удобрение замедляли развитие люцерны, а следовательно, и старение ее побе-

гов. При орошении и внесении азотных удобрений увеличивалось количество побегов, образовавшихся из почек корневой коронки. Эти побеги отставали в развитии от возникших из почек, которые остались на стерне, но обгоняли их в росте. Более молодые побеги имели большую облиственность и питательную ценность, чем старые [3].

При орошении и внесении полного удобрения изреживаемость чистых посевов люцерны была меньше.

Интенсивность роста у люцерны уменьшалась от весны к осени. У злаков наблюдалось два периода интенсивного роста и кущения побегов — осенний и весенний.

Орошение снижало летнюю депрессию злаков, при внесении удобрений этого не наблюдалось. Без орошения в данной зоне в летний пе-

Таблица 5

Накопление подземной массы люцернового и люцерно-злакового травостоя к 3-му использованию, 1975 г. (ц воздушно-сухого вещества на 1 га)

Удобрения	0—10 см		10—30 см		30—70 см		0—70 см	
	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
Люцерно-злаковый травостой								
Без орошения								
Без удобрений	39,8	47,4	24,1	28,7	20,1	23,9	84,0	100,0
P <sub>100</sub> K <sub>160</sub>	42,7	48,6	25,4	28,9	19,8	22,5	87,9	100,0
P <sub>100</sub> K <sub>160</sub> N <sub>240</sub>	48,3	51,2	28,5	30,2	17,6	18,6	94,4	100,0
Орошение до 85—100% ППВ								
Без удобрений	46,6	49,7	28,3	30,3	18,5	20,0	93,4	100,0
P <sub>100</sub> K <sub>160</sub>	50,8	50,8	30,4	30,4	18,7	18,8	99,9	100,0
P <sub>100</sub> K <sub>160</sub> N <sub>240</sub>	59,5	56,9	34,2	32,7	10,8	10,4	104,5	100,0
Люцерновый травостой								
Без орошения								
Без удобрений	37,5	45,6	23,2	28,2	21,5	26,2	82,2	100,0
P <sub>100</sub> K <sub>160</sub>	39,7	47,1	24,0	28,5	20,6	24,4	84,3	100,0
P <sub>100</sub> K <sub>160</sub> N <sub>240</sub>	43,8	48,9	27,3	30,5	18,4	20,6	89,5	100,0
Орошение до 85—100% ППВ								
Без удобрений	43,6	48,3	26,6	29,5	20,0	22,1	90,2	100,0
P <sub>100</sub> K <sub>160</sub>	47,2	49,6	28,5	30,0	19,4	20,4	95,1	100,0
P <sub>100</sub> K <sub>160</sub> N <sub>240</sub>	55,0	54,2	32,7	32,2	13,8	13,6	101,5	100,1

риод процесс кущения у злаков прерывался. Причем после 1-го укоса овсяница луговая образовывала только укороченные листовые побеги, а костер безостый — и удлиненные, поэтому содержание листьев в травостое люцерно-злакового пастбища было больше, чем в люцерновом.

Орошение и внесение удобрений, особенно азотных, способствовали накоплению корневой массы травостоев в верхнем (0—30 см) слое, глубже (30—70 см) оно уменьшалось, особенно заметно в люцерно-злаковой смеси. В целом в горизонте 0—70 см (A<sub>1</sub>+B<sub>1</sub>) тенденция к увеличению массы корней при орошении и удобрении все же сохранялась (табл. 5).

Улучшение водного и пищевого режимов повышало способность корней к усвоению элементов питания, при этом увеличивалось отношение надземной массы к корневой, что является одной из причин уменьшения коэффициента суммарного водопотребления травостоев.

Основная часть корневой массы люцерно-злакового травостоя располагалась в более верхних слоях, чем корневая масса люцернового.

## Микробиологическая активность почвы и развитие клубеньков на корнях люцерны

Наибольшие колебания микробиологической активности в течение вегетационного периода наблюдались в верхнем слое как наиболее населенном микроорганизмами и подверженном более сильному влиянию различных факторов.

Внесение удобрений влияло на микробиологическую активность почвы только при достаточном ее увлажнении. Орошение и удобрения усиливали активность почвенной микрофлоры в слое 0—40 см в 2—3 раза, так как при этом улучшалось ее органическое и минеральное питание.

Таблица 6

Микробиологическая активность \* почвы под люцерновым и люцерно-злаковым травостоем на 20 июня 1974 г. (мг CO<sub>2</sub> на 100 г почвы за 1 ч)

Удобрения	Слой, см	Люцерна		Люцерна + злаковая травосмесь	
		без орошения	85—100% ППВ	без орошения	85—100% ППВ
Без удобрений	0—10	1,02	1,33	1,11	1,64
	10—42	0,98	1,12	0,99	1,30
	42—73	0,50	0,65	0,46	0,38
P <sub>100</sub> K <sub>160</sub>	0—10	1,10	1,49	1,16	1,78
	10—42	0,96	1,22	1,02	1,39
	42—73	0,56	0,57	0,43	0,50
P <sub>100</sub> K <sub>160</sub> N <sub>240</sub>	0—10	1,17	1,69	1,20	2,19
	10—42	1,04	1,30	1,08	1,45
	42—73	0,52	0,60	0,38	0,31

\* Определение проводилось с помощью аппарата Варбурга в лабораторных условиях, когда корни из почвы были отобраны.

Микробиологическая активность почвы нижних слоев была меньше, чем в верхних, и почти не зависела от орошения и внесения удобрения; иногда наблюдалось даже уменьшение ее под влиянием этих факторов (табл. 8).

Под люцерно-злаковой травосмесью выделение CO<sub>2</sub> почвой в верхнем слое (0—42 см) было больше, а в нижнем (42—73 см) меньше, чем под люцерной, что связано с большим накоплением корневой массы в первом случае (табл. 6).

При внесении азотных удобрений и орошении микробиологическая активность почвы в слое 0—40 см под люцерно-злаковым травостоем была в 1,5—3,0 раза выше, чем под люцерной. Эти факторы способствовали в первую очередь развитию корневой массы злаков, а следовательно, и злаковой ризосферной микрофлоры.

Поскольку огромную роль в жизни бобового растения играет ризобиальный симбиоз, подробного изучения заслуживает влияние различных факторов на развитие симбиотического аппарата люцерны.

Исследования показали, что в летний период в богарных условиях у люцерны не было клубеньков. При орошении и внесении молибденовых и фосфорно-калийных удобрений они формировались лучше, а при внесении азотных удобрений их развитие подавлялось, особенно в богарных условиях (табл. 7).

Вместе с тем при внесении весной 1973 г. азота в дозе 30 кг/га наблюдалось увеличение числа клубеньков люцерны в чистых посевах. Причиной этого скорее всего было улучшение проницаемости корневых клеток и усиление притока ассимилятов в корни. При дозе азота 60 кг/га

возрастало общее количество клубеньков, но уменьшалось число эффективных (табл. 7). Это скорее всего объясняется повышением иммунитета у растений и усилением гидролитической активности ферментов, в том числе кислой фосфатазы [6].

Т а б л и ц а 7

Количество всех (числитель) и эффективных (знаменатель) клубеньков на корнях 1 растения люцерны перед 1-м и 3-м использованием

Удобрение	Чистый посев						Люцерна + злаки					
	1973 г.		1974 г.		1975 г.		1973 г.		1974 г.		1975 г.	
	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Без орошения												
Без удобрений	31	16	35	10	33	7	27	17	20	10	21	0
	28	5	30	4	21	0	22	7	13	3	13	0
P <sub>100</sub> K <sub>160</sub>	46	18	60	14	58	7	42	15	36	16	30	19
	43	7	52	8	48	0	36	8	24	6	19	0
P <sub>100</sub> K <sub>160</sub> N <sub>120</sub>	58	21	66	10	57	8	40	17	26	4	20	0
	47	5	39	0	21	0	30	3	20	0	5	0
P <sub>100</sub> K <sub>160</sub> N <sub>240</sub>	69	18	61	8	50	5	41	18	21	0	20	0
	42	3	20	0	13	0	26	0	10	0	6	0
Орошение до 85 — 100 % ППВ												
Без удобрений	49	32	54	43	51	38	46	28	40	27	20	7
	36	24	50	39	45	20	31	20	16	11	9	5
P <sub>100</sub> K <sub>160</sub>	74	46	89	65	123	86	68	40	54	32	49	41
	65	40	74	54	96	53	59	36	50	25	30	10
P <sub>100</sub> K <sub>160</sub> N <sub>120</sub>	89	58	80	63	101	70	60	39	41	30	28	16
	70	40	50	32	50	25	43	26	20	12	12	5
P <sub>100</sub> K <sub>160</sub> N <sub>240</sub>	97	67	88	60	79	58	47	38	32	41	26	13
	61	35	41	19	32	11	28	21	18	6	9	4

Молибден способствовал уменьшению активности фосфатазы, поэтому внекорневая подкормка травостоев молибдатом аммония приводила к увеличению процента эффективных клубеньков. Возможно, при внесении азотных удобрений в ризосфере люцерны развиваются микроорганизмы, которые являются антагонистами клубеньковых бактерий. По этой причине, а также из-за опробковения корней в верхнем слое почвы при длительном возделывании люцерны на одном месте развитие клубеньков ухудшается.

В люцерно-злаковом травостое симбиотический аппарат был слабее развит, чем в люцерновом. При этом в смешанных посевах положительное влияние орошения на развитие клубеньков уменьшалось, а отрицательное действие азотных удобрений усиливалось (табл. 7). Видимо, при развитии злаков и их микрофлоры ухудшается обеспеченность люцерны и клубеньковых бактерий фосфором и калием. Это подтверждается и тем, что с внесением данных элементов в почву количество люцерновых клубеньков в смешанных посевах увеличивалось значительно, чем в чистых (табл. 7).

При недостаточном развитии симбиотического аппарата люцерны возникает необходимость применения азотных удобрений. Продуктивность люцерны при внесении минерального азота увеличивается, возможно, и потому, что растения освобождаются от необходимости снабжать клубеньки органическими веществами; 30% накопленных растениями ассимилятов идет на образование и работу клубеньков [7].

Известно, что биологический азот имеет преимущество перед минеральным на почвах с близким залеганием грунтовых вод и землях, под-



верженных водной эрозии. Однако минеральные азотные удобрения позволяют получать гарантированные урожаи люцерны при одновременном увеличении продолжительности ее возделывания на одном месте без пересева. Деятельность же симбиотического аппарата бобовых культур подвержена влиянию огромного числа факторов, регулирование которых не всегда возможно. Об этом свидетельствуют данные и наших исследований. Например, несмотря на хорошее водообеспечение и внесение фосфора и калия, в 3-м цикле использования наблюдалось слабое развитие клубеньков вследствие ухудшения формирования надземной массы люцерны из-за повышенных температур воздуха.

Нужно отметить, что часто обработка нитрагином не дает ожидаемого результата. Это вызвано в основном тем, что используемый штамм не соответствует местным условиям и сорту люцерны. Кроме того, заражение люцерны искусственными, более продуктивными бактериями резко тормозится, потому что в почве часто содержится огромное количество спонтанных бактерий, которые более вирулентны, но образуют малоэффективные клубеньки [6]. После первичного заражения люцерны спонтанными бактериями ухудшается вторичное заражение искусственными, так как повышается иммунитет растения-хозяина. Это наблюдалось при нитрагинизации семян люцерны в колхозе «Октябрь» и подтверждается данными полевого опыта (табл. 7), свидетельствующими о том, что на корнях люцерны было много клубеньков, но они не обеспечивали хорошего азотного питания люцерны, поэтому внесение минерального азота увеличивало ее урожайность. Таким образом, вопрос о биологической азотфиксации является весьма актуальным и требует детального изучения.

#### Взаимоотношения между компонентами в люцерно-злаковом травостое. Подбор высокопродуктивной травосмеси

Как показали исследования, костер безостый и овсяница луговая вытесняют люцерну из травосмеси [2]. Этот процесс ускоряется при орошении и внесении азотных удобрений и замедляется при фосфорно-калийных и молибденовых. Основная роль принадлежит повышенной конкурентоспособности злаков в борьбе за свет, фосфор и калий. Кроме того, система вегетативного возобновления у люцерны при отчуждении надземной массы ослабляется сильнее, чем у злаков, так как последние имеют большее количество прикорневых листьев, которые после скашивания или стравливания продолжают функционировать.

Возможно, одной из причин выпадения люцерны из травостоя является обеднение ее ризосферной микрофлоры, вследствие чего уменьшается детоксикация корневых выделений люцерны, отрицательно влияющих на ее рост (табл. 8).

Таблица 8

Ботанический состав люцерно-злакового травостоя в 1975 г.  
(% на абсолютно сухое вещество)

Удобрения	Люцерна по- севная	Костер бе- зостый	Овсяница луговая	Разнотравье
Без орошения				
Без удобрений	71,9	18,6	8,6	0,9
P <sub>100</sub> K <sub>160</sub>	76,8	15,3	7,3	0,6
P <sub>100</sub> K <sub>160</sub> N <sub>360</sub>	63,6	23,3	12,4	0,7
Орошение до 85 — 100% ППВ				
Без удобрений	61,8	24,3	13,4	0,6
P <sub>100</sub> K <sub>160</sub>	69,6	20,3	9,5	0,6
P <sub>100</sub> K <sub>160</sub> N <sub>360</sub>	52,5	30,0	16,5	1,0

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о возможности создания люцерновых пастбищ со сроком использования не менее 4—6 лет. Это подтверждается опытом колхоза «Октябрь», где на 6—8-м году жизни люцерна при сенокосно-пастбищном использовании и внесении полного удобрения и орошения давала 650—700 ц зеленой массы с 1 га за год.

Таблица 9

Урожайность травосмесей в 1974—1975 гг. (ц зеленой массы на 1 га)

Травосмеси	Без орошения		С орошением	
	1974	1975	1974	1975
Чистый посев люцерны	230	210	380	500
Люцерна + овсяница луговая	200	160	321	397
Люцерна + костер + овсяница луговая	227	180	370	450
Люцерна + костер + овсяница + пырей бес- корневищевый	245	—	382	468
Люцерна + костер безостый	270	—	410	545

Изучение взаимоотношений между компонентами люцерно-злакового травостоя и наблюдения за производственными посевами травосмеси показали (табл. 9), что овсяницу луговую нецелесообразно применять в качестве основного злакового компонента. При создании люцерно-злаковых сенокосов и пастбищ им должен быть костер безостый, который реагирует на удобрение и орошение лучше и подвергается летней депрессии в меньшей степени, чем овсяница луговая. В люцерно-костровом травостое при наиболее полном использовании элементов окружающей среды взаимоотношения между его компонентами складываются более благоприятно, чем в травосмеси, включающей овсяницу луговую.

### Экономическая эффективность орошения и удобрения люцернового и люцерно-злакового травостоев

Орошение при влажности почвы 75% ППВ в слое 0—70 см и внесение удобрений в богарных условиях нецелесообразны (табл. 10). Затраты на применение молибдена в люцерновом травостое окупались только при внесении макроудобрений, а в люцерно-злаковом — в ва-

Таблица 10

Экономическая эффективность орошения и удобрения люцернового и люцерно-злакового травостоя в среднем за 1973—1975 гг.

Удобрения	Люцерна			Люцерна + злаки		
	сбор корм. ед. с 1 га	себестоимость 1 корм. ед., коп.	чистый доход, руб/га	сбор корм. ед. с 1 га	себестоимость 1 корм. ед., коп.	чистый доход, руб/га
Без орошения						
Без удобрения	4 696	0,6	221,3	4644	0,6	219,1
P <sub>100</sub> K <sub>160</sub>	5 047	1,1	212,1	4948	1,1	206,3
P <sub>100</sub> K <sub>160</sub> N <sub>240</sub>	5 980	1,8	208,7	5962	1,8	207,5
Орошение до 85—100% ППВ						
Без удобрения	7 514	1,9	257,1	7305	2,1	233,0
P <sub>100</sub> K <sub>160</sub>	8 488	2,0	280,9	7953	2,3	240,0
P <sub>100</sub> K <sub>160</sub> N <sub>240</sub>	11 302	2,0	363,1	10 517	2,2	323,3

рианте с  $P_{200}K_{320}N_{360}$ , при этом влажность почвы в слое 70 см должна была поддерживаться в пределах 85—100% ППВ.

Производительные данные по колхозу «Октябрь» свидетельствуют о высокой эффективности орошения и применения полного минерального удобрения на люцерновом и люцерно-злаковом травостоях (500 ц и более зеленой массы на 1 га, чистый доход в расчете на 1 га — 345—360 руб.).

### Выводы

1. Для создания орошаемых сенокосов и пастбищ в условиях северной части степной зоны Кировоградской области следует применять люцерно-костровую травосмесь.

2. Люцерна в чистом виде может применяться для создания культурных пастбищ со сроком использования не менее 4—6 лет, основными условиями при этом являются сенокосно-пастбищное использование (1-й укос на сенаж), орошение и внесение полного удобрения.

3. Для получения высоких урожаев люцерны и люцерно-злаковой травосмеси необходимо, чтобы влажность почвы в слое 0—70 см не опускалась ниже 85% ППВ.

4. При недостаточном развитии эффективных клубеньков для повышения урожайности и качества корма под люцерновый травостой в орошаемых условиях следует вносить ежегодно по 240 кг азота на 1 га (по 48 кг под каждое использование) на фоне фосфорно-калийных удобрений (100 кг  $P_2O_5$  и 160 кг  $K_2O$  на 1 га). На люцерно-злаковом травостое разовую дозу азота можно увеличить до 72 кг/га (360 кг/га ежегодно).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев Н. Г., Кобозев И. В. Повышение продуктивности люцерновых пастбищ с помощью орошения и внесения макро- и микроудобрений. «Докл. ВАСХНИЛ», 1976, вып. 11, с. 9—11. — 2. Андреев Н. Г., Максимов В. М., Кобозев И. В. Продуктивность, кормовая ценность люцерны и потребление ею питательных веществ при орошении и внесении макроудобрений и молибдена. «Изв. ТСХА», 1977, вып. 1, с. 55—64. — 3. Кобозев И. В. Влияние орошения и минеральных удобрений на продуктивность люцерно-злакового травостоя и его кормовые качества. «Докл. ТСХА», 1976, вып. 219,

с. 123—127. — 4. Кобозев И. В. Влияние различных режимов орошения, минеральных удобрений и молибдена на продуктивность люцерно-злакового травостоя. «Докл. ТСХА», 1976, вып. 224, ч. II, с. 97—101. — 5. Кормшиков П. А. Кальцинированная солома. М., Россельхозиздат, 1974. — 6. Мишустин Е. Н., Шильникова В. К. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс. М., «Наука», 1973. — 7. Мишустин Е. Н. Междунар. симпозиум «Азотфиксация и биосфера». Изд-во АН СССР. Сер. Биол., № 3, 1974.

*Статья поступила 26 сентября 1977 г.*

### SUMMARY

The investigations were conducted in the south of the forest steppe zone of the Ukraine on the collective farm "Oktyabr" (Znamensky district, Kirovogradsky region).

The feeding qualities and the productivity of alfalfa and alfalfa and grass mixture were mostly increased when the application of nitrogenous fertilizers in combination with the irrigation was done on the phosphoric-potassium background, the moisture in the 0—70 cm soil layer being not lower than 85% of complete field moisture capacity. Under such conditions it is recommended to apply under alfalfa 100 kg of  $P_2O_5$ , 160 kg  $K_2O$  and 240 kg of N per 1 ha annually; under the mixed grass stand consisting of alfalfa and grasses up to 360 kg of N per 1 ha may be applied. Alfalfa alone may be used for cultivated pastures, the most efficient grass mixture is made up by alfalfa and brome grass.