

УДК 633.31:[631.811.2'3.095.337+631.671.1

УРОЖАЙНОСТЬ И БЕЛКОВАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЮЦЕРНЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ И ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЭЛЕМЕНТАМИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

В.С. БЖЕУМЫХОВ, М.М. ТОКБАЕВ

(Кафедра растениеводства)

Изучали влияние инокуляции семян люцерны посевной сорта Славянская местная заводским штаммом 425а, режимов минерального питания и влагообеспеченности на симбиотическую и фотосинтетическую деятельность, урожайность и белковую продуктивность посевов на обыкновенных черноземах в степной зоне Центральной части Северного Кавказа.

Инокуляция повышала количество фиксированного азота воздуха на 41—100 кг/га, площадь листьев — на 2—4 тыс.м²/га, накопление сухого вещества — на 13—18%, сбор белка — на 15—23%. Оптимизация режима питания бором, молибденом и орошение повышали эти показатели соответственно на 76—135 кг/га, 5—10 тыс.м²/га, 16—20% и 11—19%.

Люцерна — высокоурожайная и многоукосная культура. Известно, что в южных районах России в условиях орошения в чистом посеве она способна сформировать 4 полноценных укоса с урожаями 10—20 и даже 30 т/га [2], характеризующимися высокой кормовой ценностью [6]. По качеству белка и содержанию незаменимых аминокислот люцерна превосходит многие кормовые культуры, в том числе и бобовые — клевер, эспарцет и донник [3].

Хорошие кормовые качества люцерны дополняются не менее

важным достоинством этой культуры — способностью в симбиозе с клубеньковыми бактериями усваивать молекулярный азот [11]. Однако для реализации этой способности необходимы определенные условия. Прежде всего следует отметить существенную роль влажности почвы. Установлено [5, 9], что недостаток влаги в почве в отдельные годы приводит к отмиранию сформировавшихся клубеньков и к потере их симбиотической активности.

Оптимальной для симбиоза следует считать влажность почвы в

диапазоне от влажности разрыва капилляров (ВРК) до 100% ППВ. Даже кратковременное снижение влажности почвы ниже ВРК приводит к образованию новых мелких корней, дополнительному расходу продуктов фотосинтеза и снижению обеспеченности клубеньков углеводами, а вместе с тем и к снижению активности азотфиксации [7]. При повышении влажности в последующие периоды активность этих клубеньков не восстанавливается [1].

К основным факторам, обеспечивающим оптимальные условия для симбиоза, относится также уровень фосфорно-калийного питания [4].

На Северном Кавказе люцерна посевная является одной из главных кормовых бобовых культур. Однако урожаи сена ее неустойчивы и сравнительно низки — 3—5 т/га, что объясняется несбалансированностью минерального питания растений, неустойчивой влагообеспеченностью и невысокой активностью симбиотической азотфиксации. При орошении урожаи сена повышаются до 7—8 т/га.

Цель наших исследований — определить эффективность инокуляции семян люцерны посевной, применения макро- и микроэлементов, орошения при возделывании этой культуры в степной зоне центральной части Северного Кавказа.

В задачи исследования входило: выявление конкурентоспособности спонтанных и заводского штаммов ризобий на обыкновенных черноземах; изучение динамики формирования и активнос-

ти симбиотического аппарата; определение количества фиксированного азота воздуха; выявление эффективности применения фосфорных, борных и молибденовых удобрений на обыкновенных черноземах, характеризующихся повышенным содержанием фосфора и калия и низким содержанием бора и молибдена; изучение фотосинтетической деятельности и посевов люцерны; определение влияния орошения и обеспеченности минерального питания на урожайность, белковую продуктивность и кормовые достоинства люцерны; выявление энергетической эффективности изучаемых приемов.

Методика

Полевые опыты проводили с люцерной посевной сорта Славянская местная в 1987—1990 гг. на обыкновенных черноземах в ОПХ «Опытное» ВНИИ кукурузы Терского района Кабардино-Балкарской республики. Почва опытных участков тяжелосуглинистая с высокой водопроницаемостью: объемная масса — 1,2—1,3 г/см³, предельная полевая влагоемкость — 25%, глубина залегания грунтовых вод — более 10 м, гумусовый горизонт — более полуметра. Содержание гумуса в пахотном слое — 3,4%. Почвы нейтральные с высоким содержанием легкогидролизуемого азота, повышенным — фосфора и калия, низким — бора и молибдена.

Метеорологические условия в годы проведения опытов мало отличались от средних многолетних и были вполне благоприятны-

ми для роста и развития люцерны.

Схема опытов: 1 — естественное плодородие почвы и инокуляция семян спонтанными штаммами (контроль); 2 — инокуляция семян заводским штаммом 425а (условно Ин); 3 — оптимальная обеспеченность фосфором и калием (РК); 4 — РК + микроэлементы (РКВМо); 5 — инокуляция семян заводским штаммом, достаточная обеспеченность макро- и микроэлементами на фоне естественной влагообеспеченности (ИнРКВ-Мо); 6—10 — действующие факторы соответственно те же, что в вариантах 1—5, но с орошением.

Площадь делянки 100 м², повторность 4-кратная, размещение вариантов рандомизированное.

Были проведены 2 идентичные закладки опыта в 1987 и 1988 гг. Агротехника — общепринятая для зоны. Посев люцерны беспокровный, норма высева — 4 млн всхожих семян на 1 га. Фосфорные удобрения в виде двойного суперфосфата в вариантах 3 и 8 вносили под зябь в норме 120 кг/га, в вариантах 4, 5, 9, 10 — в виде борнированного двойного суперфосфата, норма бора — 2 кг/га. В вариантах 2, 5, 7 и 10 семена перед посевом инокулировали штаммом ризобий 425а. В вариантах 4, 5, 9, 10 семена обрабатывали молибденовокислым аммонием из расчета 200 г на 100 кг семян.

Орошение проводили напуском, почву промачивали на глубину 60—80 см. Расход воды рассчитывали с учетом выпавших осадков в данный период, обычно он составлял 500—800 м³/га.

Растительные образцы анализировали по методике Г.С. Посыпанова [8]. Определяли количество и массу клубеньков, в том числе с леггемоглобином, массу листьев и стеблей, площадь листьев методом высечек, облиственность растений, фотосинтетический потенциал и чистую продуктивность фотосинтеза по А.А. Ничипоровичу, учитывали продолжительность симбиоза, общий и активный симбиотические потенциалы, удельную активность симбиоза, количество симбиотически фиксированного азота воздуха. В каждый укос проводили биохимический анализ растительных образцов и зоотехническую оценку корма. В листьях, стеблях и корнях определяли содержание азота, фосфора, калия и кальция. Рассчитывали вынос и максимальное потребление элементов минерального питания на 1 т сена.

Провели энергетическую оценку эффективности создания благоприятных условий для активного бобово-ризобияльного симбиоза, получения наибольшей урожайности и белковой продуктивности люцерны по методике Г.С. Посыпанова, В.Е. Долгодворова [10].

Результаты

Инокуляция семян заводским штаммом ризобий увеличивала высоту растений люцерны на 7—14%, но не оказывала влияния на сроки наступления фаз развития, густоту и изреживаемость посевов; она повышала массу активных клубеньков на 21—32%, а в вариантах с микроудобрениями — на 19—45%, увеличивала

активный симбиотический потенциал на 19—34%, количество фиксированного азота — на 41—

100 кг/га, при этом доля азота воздуха в питании растений возрастала с 69 до 74% (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Количество симбиотически фиксированного азота воздуха (кг/га)
посевами люцерны

Год жизни	Число укосов	Конт-роль	Ин	РК	РКВМо	ИнРКВМо	НСР ₀₅
<i>Посев 1987 г.</i>							
1-й	3	158	182	164	175	199	8
2-й	4	299	363	304	331	397	14
3-й	3	237	271	228	241	292	16
—	10	694	816	696	747	888	
<i>Посев 1988 г.</i>							
1-й	3	130	172	142	149	197	11
2-й	3	205	271	200	247	286	13
3-й	4	218	279	242	232	318	15
	10	553	722	584	628	801	
	20	1247	1538	1280	1375	1689	

Удельная активность симбиоза зависит от площади листьев и в год посева минимальной бывает в период формирования 1-го укоса, в последующих укосах она возрастает в 2—3 раза. На 2-й и 3-й годы жизни самая высокая удельная активность (9—11 г/кг в сутки) отмечена в 1-й укос, затем она снижалась до 5—3 г/кг в сутки.

Показатели фотосинтетической деятельности посева люцерны не изменялись при внесении фосфорных удобрений и несколько улучшались в результате применения борных и молибденовых удобрений на их фоне (табл. 2).

При инокуляции семян вирулентным активным штаммом ризобий наблюдалось увеличение площади листьев (на 3—8 тыс. м²/га) и облиственности растений (на 2—7%), при этом доля корней уве-

личивалась от 1-го к 3-му укосу до 56—65%. Чистая продуктивность фотосинтеза не зависела от обеспеченности растений элементами питания и инокуляции и была наименьшей (2,5—3,2 г/м² в сутки) в период формирования 1-го укоса, а наибольшей, как правило, в период формирования 2-го укоса (5,8—7,4). Фотосинтетический потенциал как производное площади листьев имел ту же закономерность изменения. Инокуляция семян активным штаммом ризобий повышала его на 9—19%.

Изменение урожая сена следовало за изменением массы клубеньков и площади листьев. Так, в год посева инокуляция семян на фоне контроля повысила урожай сена на 7—8% (табл. 3), а на фоне микроудобрений — на 12—14%.

Площадь листьев в посеве люцерны (тыс. м²/га) и ФСП (тыс. м² · дн/га)

Год жизни	Показатель	Контроль	Ин	РК	РКВмо	ИнРКВмо
<i>Посев 1987 г.</i>						
	Площадь листьев:					
1-й	1-й укос	27	28	27	27	30
	2-й »	31	36	31	33	39
	3-й »	25	28	26	26	30
	ФСП	1471	1550	1486	1607	1691
	Площадь листьев:					
2-й	1-й укос	41	46	42	44	49
	2-й »	39	44	38	40	47
	3-й »	22	25	23	22	28
	4-й »	14	17	14	16	19
	ФСП	2271	2554	2332	2449	2698
3-й	»	1694	1790	1701	1741	1854
<i>Посев 1988 г.</i>						
1-й	ФСП	1238	1351	1257	1285	1401
2-й	»	1655	1886	1741	1753	1949
3-й	»	1935	2053	1989	1948	2154

Во 2-й и 3-й годы жизни этот прием увеличил урожай сена на 11—19%.

По двум 3-летним опытам (в сумме за 20 укосов) прибавка урожая сена при инокуляции на фоне контроля составила 10%, а на фоне микроэлементов — 15%.

Распределение урожая по укосам зависит от года жизни растений. В год посева наибольший урожай был собран во 2-й укос, а во 2-й и 3-й годы жизни 1-й укос дал 53—54% годового сбора сена, а 3-й укос — только 16—17%.

Наибольшее влияние на химический состав отдельных органов растений оказывала инокуляция семян активным штаммом ризобий. Концентрация азота в листьях, как правило, была в 2—2,3 раза выше, чем в стеблях и кор-

нях, и колебалась от 3,93 до 5,05%. Отмечено, что с увеличением массы клубеньков повышалось содержание азота не только в листьях, но и в корнях. Аналогично азоту изменялось содержание калия, а содержание фосфора и кальция оставалось практически одинаковым.

Накопление азота посевами 1-го года жизни в вариантах с инокуляцией на фоне контроля возрастало на 9—19% (табл. 4), 2-го года — на 15—22%, 3-го — на 10—15%, на фоне микроэлементов — соответственно на 8—20, 16—19 и 15—24%.

Начиная со 2-го года жизни накопление азота снижалось от 1-го укоса к последнему. Так, во 2-й год жизни на долю 1-го укоса приходилось 42—44% общего накоп-

Таблица 3

Урожай сена люцерны (т/га)

Год жизни	Число укосов	Контроль	Ин	РК	РКВМо	ИнРКВМо
<i>Посев 1978 г.</i>						
1-й	3	7,6	8,1	7,8	8,1	8,6
2-й	4	10,9	11,9	10,8	11,4	12,4
3-й	3	8,2	8,8	8,1	8,4	9,1
	10	26,7	28,8	26,7	27,9	30,1
<i>Посев 1988 г.</i>						
1-й	3	6,3	7,2	6,6	6,8	7,6
2-й	3	8,1	9,3	8,0	8,5	9,6
3-й	4	8,9	9,5	9,1	9,0	10,3
	10	23,3	26,0	23,7	24,3	27,5
	20	50,0	54,8	50,4	52,2	57,6

Таблица 4

Накопление азота (кг/га) растениями люцерны

Год жизни	Число укосов	Контроль	Ин	РК	РКВМо	ИнРКВМо
<i>Посев 1987 г.</i>						
1-й	3	271	295	277	288	312
2-й	4	414	478	419	443	512
3-й	3	343	374	333	344	395
	10	1028	1147	1029	1075	1219
<i>Посев 1988 г.</i>						
1-й	3	224	266	236	243	291
2-й	3	324	395	318	345	410
3-й	4	338	390	353	343	426
	10	886	1051	907	931	1127
	20	1941	2198	1936	2006	2346

ления азота, на долю 2-го — 20—31, 3-го — 25 и на долю 4-го укоса — 12%; в 3-й год жизни — соответственно 35—54, 38—23, 13—23 и 14%.

Максимальное потребление азота в год посева в среднем составило 36—37 кг/т, а во 2-й и 3-й годы — 40—45 кг/т. Вынос азота в 1-й год был равен 24—27, во 2-й и 3-й годы — 26—28 кг/т. С улуч-

шением условий для симбиоза максимальное потребление азота возрастало.

Максимальные потребление и вынос фосфора были в 3—5 раз меньше, чем азота. В среднем потребление фосфора в год посева достигло 9—10 кг/т, на 2-й год жизни растений оно возросло до 10—12, а на 3-й — до 12—15 кг/т. Вынос фосфора меньше разли-

чался по вариантам опыта и несколько увеличивался с возрастом посева: в год посева — 5—6 кг/т, во 2-й и 3-й годы жизни — 6—7 и 7—8 кг/га.

Белковая продуктивность посева зависела от активности симбиоза. В вариантах с инокуляцией в 1-й год сбор белка на фоне контроля увеличился на 9—19%, во 2-

й год — на 14—23, в 3-й — на 7—16%; на фоне микроудобрений — соответственно по годам на 8—17, 15—23 и 12—22%. За 3 года в контроле было собрано 4335 кг белка в расчете на гектар. В вариантах с инокуляцией на фоне контроля сбор белка повысился на 10%, а на фоне микроудобрений — на 17% (табл. 5).

Т а б л и ц а 5

Сбор белка (кг/га) с урожаем люцерны

Год жизни	Число укосов	Контроль	Ин	РК	РКВмо	ИнРКВмо	НСП ₀₅
<i>Посев 1987 г.</i>							
1-й	3	1189	1295	1208	1263	1370	98
2-й	4	1732	1976	1763	1845	2119	144
3-й	3	1414	1507	1345	1407	1582	132
	10	4335	4778	4316	4515	5071	
<i>Посев 1988 г.</i>							
1-й	3	995	1183	1052	1089	1282	108
2-й	3	1276	1575	1250	1357	1669	127
3-й	4	1439	1657	1514	1476	1808	152
	10	3710	4415	3816	3922	4759	
	20	8045	9193	8132	8437	9830	

В опытах с орошением установлено, что достаточная влагообеспеченность резко повышает эффективность предпосевной инокуляции семян люцерны. Масса активных клубеньков увеличивалась на 50—130 кг/га, активный симбиотический потенциал — на 8—12 тыс.кг · дн/га (табл. 6).

В сумме по двум закладкам опыта (за 20 укосов) инокуляция семян на фоне контроля повысила сбор белка на 14%, на фоне микроудобрений — на 22%.

При орошении удельная активность симбиоза была в 1,5—3 раза больше, чем в идентичных вариантах при естественной влаго-

обеспеченности, и достигла 13—14 г/кг в сутки. Количество биологического азота за счет орошения в аналогичных вариантах в год посева увеличилось за вегетацию на 59—113 кг/га, во 2-й год жизни — на 190—206, в 3-й — на 268—344 кг/га (табл. 7).

Абсолютно сухая масса растений при орошении в год посева в контроле была на 29—34%, в варианте с инокуляцией — на 27—38% выше, чем в соответствующих вариантах на богаре. Во 2-й год жизни превышение составило 35—82%. При достаточной влажности почвы инокуляция семян увеличивала площадь листьев на

Активный симбиотический потенциал (кг · дн/га) люцерны

Год жизни	Число укосов	Контроль	Ин	РК	РКВМо	ИнРКВМо
<i>Посев 1987 г.</i>						
1-й	3	22785	30315	23400	23808	32269
2-й	4	41085	47276	41138	42045	49062
3-й	3	43885	52258	42224	45145	53898
<i>Посев 1988 г.</i>						
1-й	3	24031	31576	22273	25758	36030
2-й	3	40573	47732	41496	42682	50912
3-й	4	40468	49299	40155	42394	52112

Таблица 7

Количество биологически фиксированного азота воздуха (кг/га) при естественной влажности почвы (знаменатель) и орошении (числитель)

Год жизни	Контроль	Ин	РК	РКВМо	ИнРКВМо
1-й	<u>229</u>	<u>295</u>	<u>236</u>	<u>234</u>	<u>309</u>
	158	182	164	175	199
2-й	<u>493</u>	<u>569</u>	<u>494</u>	<u>504</u>	<u>591</u>
	299	363	304	331	397
3-й	<u>505</u>	<u>596</u>	<u>500</u>	<u>519</u>	<u>636</u>
	237	271	228	241	292

5—10 тыс.м²/га, ФСП — на 440—520 тыс.м² · дн/га.

Урожай сена в сумме за 3 года возрос за счет орошения в контроле на 49—62%, в варианте с инокуляцией — на 55—64% по отношению к тем же вариантам без орошения. При этом распределение урожая по укосам было более равномерным (табл. 8).

Орошение и инокуляция семян люцерны активным штаммом ризобий увеличивали накопление азота посевами 1-го года жизни на 15—21%. При орошении за 11 укосов (3 года пользования) лю-

церной усвоено азота 1925 и 1896 кг/га, что соответственно на 798 и 677 кг/га больше, чем при естественной влажности почвы. Орошение в среднем ежегодно увеличивало симбиотическую фиксацию азота воздуха на 190—230 кг/га (табл. 9).

Максимальное потребление азота в среднем составило 42—43 кг на 1 т сена, а вынос — 26—28 кг/т, фосфора — соответственно 9—17 и 5—8, калия — 23—32 и 16—24, кальция — 12—20 и 7—10 кг/т. За счет оптимизации водного режима сбор белка в кон-

Урожай сена люцерны (т/га) при орошении

Год жизни	Число	Контроль	Ин	РК	РКВМо	ИнРКВМо	НСР ₀₅
<i>Посев 1987 г.</i>							
1-й	3	9,8	11,3	9,8	9,9	11,7	0,8
2-й	4	15,2	16,9	15,2	15,5	17,7	1,3
3-й	4	14,7	16,5	14,6	15,0	17,2	1,2
	11	39,7	44,7	39,6	40,4	46,6	
<i>Посев 1988 г.</i>							
1-й	3	8,6	9,7	8,5	8,8	10,4	0,7
2-й	4	14,8	16,4	14,7	15,2	17,3	1,1
3-й	4	14,4	16,6	14,3	14,5	17,2	1,2
	11	37,8	42,7	37,5	38,5	44,9	

Таблица 9

Потребление азота посевами люцерны (кг/га) при орошении (числитель) и без него (знаменатель)

Период	Контроль	Ин	РК	РКВМо	ИнРКВМо
1-й укос в год посева	$\frac{90}{84}$	$\frac{106}{86}$	$\frac{91}{84}$	$\frac{95}{88}$	$\frac{102}{90}$
За 11/10 укосов	$\frac{1633}{1028}$	$\frac{1862}{1147}$	$\frac{1635}{1029}$	$\frac{1661}{1075}$	$\frac{1925}{1219}$
За 22/20 укосов	$\frac{3193}{1914}$	$\frac{3656}{2190}$	$\frac{3208}{1936}$	$\frac{3282}{2006}$	$\frac{3821}{2346}$
N фик. в среднем за год	$\frac{403}{208}$	$\frac{480}{256}$	$\frac{403}{213}$	$\frac{418}{223}$	$\frac{510}{280}$

троле повысился в среднем на 58%, а в варианте с инокуляцией на фоне применения микроэлементов — на 62%. Инокуляция на фоне микроэлементов увеличила сбор белка соответственно на 22—25% (табл. 10). Следовательно, эффективность орошения существенно повышается при инокуляции активным штаммом на фоне оптимизации питания микроэлементами.

Анализ энергетической эффективности изучаемых приемов показал, что энергозатраты на орошение (9,63 ГДж/га) обеспечивают повышение энергосодержания урожая на 257,31 ГДж/га, что в 27 раз больше затрат на орошение (табл. 11). Соответственно энергосодержание прибавки урожая от инокуляции выше энергозатрат на проведение этого приема в 78 раз (0,97 против 75,59 ГДж/

Сбор белка (кг/га) с урожаем люцерны

Год жизни	Число укосов	Контроль	Ин	РК	РКВМо	ИнРКВМо	НСР ₀₅
<i>Посев 1987 г.</i>							
<i>С орошением</i>							
1-й	3	1494	1802	1538	1525	1875	63
2-й	4	2633	2934	2545	2537	3032	84
3-й	4	2501	2889	2481	2556	3095	108
	11	6628	7625	6654	6618	8002	
<i>Без орошения</i>							
	10	4335	4778	4316	4515	5015	
<i>Посев 1988 г.</i>							
<i>С орошением</i>							
1-й	3	1370	1602	1371	1420	1738	81
2-й	4	2530	2945	2588	2640	3159	120
3-й	4	2208	2850	2417	2497	3070	111
	11	6108	7397	6376	6655	7967	
<i>Без орошения</i>							
	10	3710	4415	3816	3922	4759	

га), а прибавки от применения микроэлементов — в 30 раз (0,31 против 9,21 ГДж/га).

Чистый энергетический доход за счет орошения возрос на 248 ГДж/га, а за счет инокуляции на фоне микроэлементов — на 96 ГДж/га; коэффициент энергетической эффективности — соответственно в 3,02 и 1,87 раза; биоэнергетический коэффициент — в 3,02 и 1,86 раза. Применение фосфорных удобрений на почве, богатой фосфором, снизило чистый энергетический доход на 3,29 ГДж/га.

Орошение снизило энергетическую себестоимость 1 т сена и 1 т сырого белка на 0,23 и 1,38 ГДж; инокуляция на фоне микроэлементов — соответственно на 0,12 и 0,90 ГДж.

Выводы

1. На обыкновенных черноземах с повышенным содержанием фосфора, калия и низким — бора и молибдена внесение фосфорно-калийных удобрений практически не изменяет показателей симбиотической и фотосинтетической деятельности посевов люцерны.

2. Применение микроэлементов при низкой обеспеченности ими почвы повышало активный симбиотический потенциал на 3—5%, количество фиксированного азота воздуха — на 11—25 кг/га.

3. Предпосевная инокуляция семян заводским штаммом ризобий повысила активный симбиотический потенциал на 19—34%, количество фиксированного азота воз-

Энергетическая эффективность возделывания люцерны в зависимости от обеспеченности влагой и элементами минерального питания

Показатель	Без орошения ИнРКВМо	Орошаемый участок				
		контроль	Ин	РК	РКВМо	ИнРКВМо
Урожай, т/га:						
зеленой массы	120	161	181	161	163	189
сена	8,4	38,8	43,6	38,7	39,3	45,5
абсолютно су- хого вещества	23,9	32,2	36,2	32,1	32,6	37,8
белка	4,92	6,37	7,57	6,51	6,64	7,99
Затрачено энергии, ГДж/га	33,07	38,76	39,73	41,14	41,45	42,70
Получено энергии с урожаем, ГДж/га	440,48	591,84	667,53	590,96	600,17	697,79
Чистый энергетиче- ский доход, ГДж/га	407,41	553,08	627,78	549,79	558,72	655,09
В среднем за год	153,81	184,33	209,26	183,07	186,23	218,36
Коэффициент энер- гетической эффек- тивности	12,32	14,27	15,80	13,36	13,47	15,34
Биоэнергетический коэффициент посе- ва	13,32	15,27	16,80	14,38	14,48	16,34
Энергетическая се- бестоимость, ГДж/т:						
зеленой массы	0,28	0,24	0,22	0,26	0,25	0,23
сена	1,16	1,00	0,91	1,06	1,05	0,94
белка	6,72	6,08	5,25	6,32	6,24	5,34

духа — на 41—100 кг/га; увеличила высоту растений люцерны на 7—14%, площадь листьев — на 2—4 тыс. м²/га, фотосинтетический потенциал — на 16—11%, накопление сухого вещества посевом — на 13—18%, сбор белка — на 15—23%.

4. Орошение увеличило количество фиксированного азота воздуха в контроле в год посева на 76—

80 кг, во 2-й год жизни растений — на 98—123 кг, в 3-й — на 131—135 кг/га; повысило накопление сухого вещества на 16—20%, урожай сена — на 11—19%, содержание азота в листьях — с 3,89—4,85 до 4,92—5,12%, сбор белка — на 53—65%.

5. Энергозатраты на орошение (9,63 ГДж/га) обеспечили повышение энергосодержания урожая на

257,31 ГДж/га, что выше затрат на орошение в 27 раз, на инокуляцию — в 78 раз (0,97 и 75,59 ГДж/га), на применение микроэлементов — в 30 раз (0,31 и 9,21 ГДж/га).

Орошение снизило энергетическую себестоимость 1 т сена и 1 т сырого белка на 0,23 и 1,38 ГДж; инокуляция на фоне микроэлементов — соответственно на 0,12 и 0,90 ГДж.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бегун С.А.* О развитии клубеньков на корнях сои в зависимости от влажности почвы и условий минерального питания. — *Зерновое хоз-во*, 1978, № 12, с. 21—22. — 2. *Венидиктов Б.А., Тогиев А.М., Масколев В.И., Хокиев Э.З.* Исследование режимов орошения фуражной люцерны при близком залегании уровня слабоминерализованных грунтовых вод. — В сб.: *Интенсивная технология с.-х. культур на орошаемых землях Северного Кавказа*, 1988, с. 45—49. — 3. *Гончаров П.Л., Любинец П.А.* Биологические особенности возделывания люцерны. Новосибирск: Наука, 1985. — 4. *Лукова М.М., Арбузова И.Н.* О

потребности бобовых растений в фосфоре при усвоении азота симбиотическим путем. — *ТСХА*, 1969, вып. 1, с. 90—98. — 5. *Мишустин Е.Н., Шильникова В.К.* Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс. М., 1973. — 6. *Посыпанов Г.С., Кашин М.А.* Влияние минерального азота на химический состав люцерны. — *Докл. ТСХА*, 1976, вып. 219, с. 20—24. — 7. *Посыпанов Г.С.* Кормовые зернобобовые культуры. М.: Знание, 1979. — 8. *Посыпанов Г.С.* Методические аспекты изучения симбиотического аппарата бобовых культур в полевых условиях. — *Изв. ТСХА*, 1983, вып. 5, с. 17—26. — 9. *Посыпанов Г.С.* Азотфиксация бобовых культур в зависимости от почвенно-климатических условий. — В сб.: *Минеральный и биологический азот в земледелии СССР*. М.: Наука, 1985, с. 19—24. — 10. *Посыпанов Г.С., Долгодворов В.Е.* Энергетическая оценка технологии возделывания полевых культур. М.: Изд-во МСХА, 1995. — 11. *Прянишников Д.Н.* Азотный баланс в земледелии и значение культуры бобовых. Избр. соч., т. 3, 1963.

Статья поступила 30 декабря 1996 г.

SUMMARY

The effect of inoculating the seed of alfalfa (variety Slavjanskaja local) with factory strain 425a, of mineral nutrition regimes and moisture supply on symbiotic and photosynthetic activity, yielding capacity and protein productivity of stands on common chernozems in steppe zone of Central part of North Caucasus was studied.

Inoculation increased the amount of fixed air nitrogen by 41—100 kg/ha, the leaf area — 2—4 thousand m²/ha, accumulation of dry matter — by 13—18%, protein collection — by 15—23%. Optimization of nutrition regime with boron, molybdenum and irrigation increased these indicators by 76—135 kg/ha, 5—10 thousand m²/ha, 16—20% and 11—19% respectively.