

УДК 633.31/.37:631.559 (470.321)

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ СИМБИОТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ, УРОЖАЙНОСТЬ И БЕЛКОВАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ В УСЛОВИЯХ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Н.В. ПАРАХИН, С.Н. ПЕТРОВА\*

(Кафедра луговодства)

**Впервые в экологических условиях Орловской области изучали формирование и активность симбиотического аппарата у различных видов многолетних бобовых трав. Выявлена корреляция между величиной симбиотического аппарата, активностью нитрогеназы и продуктивностью фотосинтеза, урожайностью и белковой продуктивностью трав, а также установлено азота в органических остатках изучаемых культур после их возделывания.**

В последние годы определилась тенденция к повышению биологизации земледелия. В связи с этим все больше внимания уделяется биологическому азоту, синтезируемому бобовыми растениями, живущими в симбиозе с клубеньковыми бактериями, как одному из главных факторов в решении проблемы дефицита и дороговизны

азотных удобрений, кормового белка, повышения плодородия почвы и получения экологически чистой сельскохозяйственной продукции.

Для решения перечисленных проблем в нашей зоне необходимо возделывание бобовых культур, в том числе и кормовых, отличающихся повышенной азотфиксирующей активностью симбиоти-

Орловский аграрный госуниверситет. Печатается в рамках сотрудничества.

ческих систем. В связи с этим цель наших исследований заключалась в выявлении культуры многолетних бобовых трав, обладающих наиболее высокой симбиотической активностью, урожайностью и белковой продуктивностью.

### Методика

Исследования проводились в 1998—2000 гг. в стационарном опыте кафедры кормопроизводства Орловского государственного аграрного университета, расположенном в учхозе «Лавровский». Почва опытного участка темно-серая лесная среднесуглинистая. Пахотный слой имеет близкую к нейтральной реакцию почвенного раствора (рН 5,8), содержание подвижного фосфора (10,3 мг) и обменного калия (10,8 мг/100 г почвы), содержание гумуса — 4,7%.

По метеорологическим условиям годы исследований были контрастными: в 1999 г. отмечен дефицит влаги в почве в июне — начале июля, вегетационный период 2000 г. был теплый и дождливый.

Опыт однофакторный: 1 — естественное плодородие (контроль) и 2 (опытный вариант) — оптимизированные почвенные параметры (извВМ<sub>0</sub>): под вспашку вносили 7 т извести на 1 га. Перед посевом семена обрабо-

тали молибденовокислым аммонием — 50 г на гектарную норму семян и вносили борную кислоту из расчета 2 кг бора на гектар. Фосфорные и калийные удобрения не использовали, так как почва опытного участка отличается повышенным содержанием этих элементов. Повторность вариантов 6-кратная. Объектами исследования служили: люцерна гибридная — *Medicago varia* (сорт Вега 87), клевер луговой *Trifolium pratense* (сорт ВИК 7) и козлятник восточный *Galega orientalis* (сорт Гале). Размер делянки 21 м<sup>2</sup>.

Посев обычный, рядовой, беспокровный, летний с рекомендованными нормами высева в данной зоне. Глубина посева 1—2 см.

Полевые опыты сопровождалась следующими наблюдениями и исследованиями. Отмечали наступление фенологических фаз согласно методике государственного сортоиспытания; учитывали густоту стояния и изреживаемость посевов многолетних бобовых трав по методике Б.А. Доспехова (1979); проводили биометрический анализ растительных проб по методике Г.С. Посыпанова (1991); определяли: сухую массу растений весовым методом, площадь листьев (Жорнилов А.А., 1967), чистую продуктивность фотосинтеза и

фотосинтетический потенциал (Ничипорович А.А. и др., 1961), азотфиксирующую активность ацетиленовым методом по методике ВНИИСХМ (Чундерова А.И., 1980) в некоторой модификации; химический анализ растительного материала проводили по общепринятым методикам.

## Результаты

Формирование симбиотического аппарата и его активность зависят от ряда факторов среды, в том числе от наличия специфичного вирулентного активного штамма ризобий. Согласно наблюдениям Л.В. Дробышевой [1], спонтанные, а также малоактивные вирулентные заводские штаммы ризобий часто образуют больше клубеньков, чем активные, но при этом они бывают мелкими. Следовательно, инокуляция семян необходима в тех случаях, когда в почве нет специфичных спонтанных бактерий. Это относится, например, к такой интродуцируемой культуре, как козлятник восточный.

Величину активного симбиотического аппарата может отражать только масса клубеньков с леггемоглином. Именно этим обусловлена необходимость учета как общего количества и массы клубеньков, так и количест-

ва и массы их с леггемоглином при изучении симбиотического аппарата.

Масса и количество клубеньков в год посева в опытном варианте были наиболее высокими у клевера лугового. Масса их составила 216 кг/га (посев 1998 г.) и 188 кг/га (посев 1999 г.) при количестве клубеньков 63 и 87 млн шт/га, что превышало контрольный вариант соответственно в 2 и 1,2 раза по массе и в 1,1 и 1,3 раза — по количеству.

Максимальный симбиотический аппарат посевы многолетних бобовых трав сформировали к фазе бутонизация — начало цветения (1-й укос). Однако в связи с неблагоприятными погодными условиями, сложившимися в данный период онтогенеза на второй год жизни посевов (как в период вегетации 1999 г., так и 2000 г.), у растений изучаемых видов трав наибольшая масса клубеньков сформировалась в фазу стеблевания.

Изменение количества клубеньков на корнях многолетних бобовых трав носило такой же характер, что и динамика нарастания их сырой массы. Из-за неблагоприятных условий отмечено снижение как количества, так и массы активных клубеньков к 1-му укосу у посевов трав второго и третьего года жизни.

Травостои второго года жизни посева 1998 г. страдали из-за засухи, которая продолжалась с фазы полного стеблевания вплоть до 1-го укоса (бутонизация — начало цветения). Количество активных клубеньков в данный период в опытном варианте у козлятника было меньше, чем в контроле, на 22% и составило 194 млн шт/га. Мы предполагаем, что это объясняется физиологической засухой, связанной с удобрениями в засушливый период. Данное обстоятельство соответственно повлияло и на количество клубеньков, сформированных в целом за вегетацию. Разница между вариантами составила 89 млн активных клубеньков на 1 га в пользу контроля. В связи с июньской засухой 1999 г. у козлятника восточного и клевера лугового максимальный приrost клубеньков наблюдался в период формирования 2-го укоса соответственно 240 и 956 млн шт/га. У люцерны изменчивой (культуры наиболее засухоустойчивой) большее количество клубеньков образовалось к 1-му укосу — 186 млн шт/га.

В посевах клевера лугового и люцерны изменчивой второго года жизни внесение извести и микроудобрений по сравнению с контролем способствовало повышению количества активных клубень-

ков в 1,2 раза (посев 1998 г.). В целом за вегетацию по данному показателю клевер луговой превосходил козлятник восточный в 4,2 раза и люцерну — в 6 раз. Однако, хотя симбиотическая система клевера лугового и характеризовалась большим количеством клубеньков, но по их массе и размерам она уступала люцерне и козлятнику (табл. 1). Даже в стрессовых условиях первой половины вегетационного периода 1999 г. козлятник восточный сформировал наибольшую величину симбиотического аппарата (по массе — 93 кг/га), чем клевер и люцерна. Причем между вариантами по данному признаку различий не наблюдалось.

Вегетационный период 2000 г. сильно отличался от 1999 г. по метеорологическим условиям. На массе и количестве клубеньков травостоев козлятника и клевера второго года жизни посева 1999 г. и третьего года жизни посева 1998 г. отрицательно сказались похолодание во II декаде мая (фаза стеблевания многолетних трав) и избыточное увлажнение во II декаде июня (бутонизация — начало цветения) (рис. 1).

В период вегетации 2000 г. максимальное количество клубеньков в посевах многолетних бобовых трав второго

Т а б л и ц а 1

Сырая масса клубеньков (в числителе — активных, в знаменателе — всего) на корнях многолетних бобовых трав в зависимости от условий выращивания (кг/га)

Год посева, укос	Люцерна		Клевер		Козлятник		
	конт- роль	извВМо	конт- роль	извВМо	конт- роль	извВМо	
<i>1-й год жизни</i>							
1998	28/32	76/79	140/146	216/220	130/133	124/128	
1999	45/49	92/97	151/158	188/192	143/148	153/155	
<i>2-й год жизни</i>							
1998	1-й	53/60	67/67	46/49	71/75	88/92	93/99
	2-й	33/35	121/121	220/224	378/380	144/150	332/337
	За веге- тацию	86/95	188/188	266/273	449/455	222/242	425/436
	НСР <sub>05</sub>	38/39		52/54		59/61	
1999	1	93/101	104/114	50/77	120/123	130/144	260/292
	2	73/105	137/140	122/122	141/143	303/303	429/429
	Отава	24/27	67/69	97/100	114/118	239/240	286/286
	За веге- тацию	190/233	308/323	269/299	375/384	672/687	975/100
	НСР <sub>05</sub>	11/13		36/40		40/42	
<i>3-й год жизни</i>							
1998	1	32/60	55/75	36/61	63/76	88/104	107/121
	2	70/82	94/96	58/63	83/85	208/210	315/316
	Отава	42/45	60/62	15/16	24/25	142/145	184/185
	За веге- тацию	144/187	209/233	109/140	170/186	438/459	606/622
	НСР <sub>05</sub>	16/17		17/19		22/24	

года жизни было во 2-й укос в опытном варианте и составило 96 млн/га — у люцерны, 208 — у клевера и 217 млн/га — у козлятника. При этом внесение извести и микроудобрений повысило их количество по сравнению с контролем соответственно на 23%, 33 и 28%. Общее коли-

чество клубеньков было больше, чем активных.

Резкое похолодание во второй половине мая (в фазу стеблевания) повлекло за собой снижение массы клубеньков у козлятника второго года жизни (посев 1999 г.) в опытном варианте на 45 кг/га, в контроле — на 56 кг/га. Та-

в контроле; в третий год жизни: 315 кг/га — у козлятника, 83 кг/га — у клевера, 94 кг/га — у люцерны, в контроле — соответственно — 208, 58, 70 кг/га.

Улучшение условий минерального питания способствовало увеличению массы активных клубеньков козлятника восточного второго года жизни (посев 1999 г.) в 1,6 раза, клевера и люцерны — в 1,4 раза по сравнению с контролем; в посевах третьего года жизни их масса увеличилась соответственно в 1,4 и 1,5 раза.

Таким образом, кривая массы клубеньков в течение вегетации и за 3 года жизни посевов имеет вид одновершинной кривой с постепенным ее ростом к моменту укосов.

Максимальный симбиотический аппарат в целом за период вегетации 2000 г., а также по укосам сформировал козлятник восточный: во второй год жизни — 689 кг/га в варианте с внесением извести и микроудобрений и 433 кг/га — в контроле, в третий год — 422 и 296 кг/га; наименьший показатель во все годы исследований — у люцерны изменчивой.

Динамика нитрогеназной активности многолетних бобовых трав носила такой же характер, что и массы клубеньков.

Симбиотическая система козлятника восточного отли-

чалась наибольшей активностью по сравнению с другими видами трав и составила 197,5 мкг N/раст·ч (второй год жизни) и 111,9 мкг N/раст·ч (третий год жизни). При этом улучшение минерального питания растений способствовало повышению данного показателя соответственно на 29 и 39%.

*Азотфиксация.* В первый год жизни посевы многолетних бобовых трав фиксировали небольшое количество атмосферного азота, что связано с коротким периодом активного симбиоза в год посева. В посевах люцерны азотфиксация ( $N_{\text{фикс}}$ ) составила 18,31 кг/га, клевера — 25,25 кг/га, козлятника — 17,86 кг/га (посев 1998 г.) и соответственно 28, 53, 25 кг/га (посев 1999 г.). Оптимизация почвенных параметров способствовала повышению азотфиксации по сравнению с контролем на 32% у люцерны, на 20% — у клевера (посев 1998 г.) и на 18 и 15% (посев 1999 г.). В посевах 1998 г. козлятника восточного разницы между вариантами не наблюдалось, а в посевах 1999 г. она составила 20% в пользу опытного варианта.

Наибольшее количество азота в посевах первого года жизни фиксировал клевер люцеровый: по сравнению с люцерной — в 1,4—2,0 раза, а с козлятником — в 1,5—2,1 раза (рис. 2). Во второй год жиз-

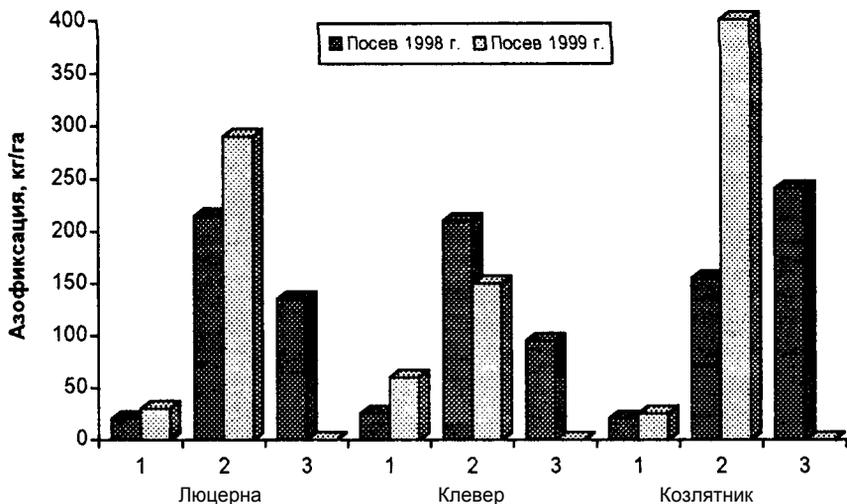


Рис. 2. Максимальное накопление атмосферного азота посевами многолетних бобовых трав по годам жизни (1, 2, 3 — годы жизни).

ни максимальное количество азота за вегетацию фиксировали посевы клевера и люцерны (в вегетационный период 1999 г.), козлятник восточный — 157 кг/га. При внесении извести и борно-молибденовых удобрений повышались  $N_{\text{фикс}}$  люцерны на 39%, клевера — 19% и козлятника — 14%.

Вегетационный период 2000 г. был более благоприятным для азотфиксации атмосферного азота бобовыми травами как второго года жизни (посев 1999 г.), так и третьего года жизни (посев 1998 г. (см. рис. 2).

Максимум  $N_{\text{фикс}}$  приходился на 2-й укос многолетних трав и наибольшим он был

у козлятника восточного — 277 кг/га (посев 1998 г.) и 126 кг (1999 г.) За вегетацию данный показатель составил 398 кг/га (посев 1999 г.) и 243 кг/га (посев 1998 г.), что больше в 1,3—1,8 раза, чем у люцерны, и в 2,7 раза, чем у клевера лугового.

К третьему году жизни азотфиксация снизилась. Улучшение минерального питания способствовало повышению нитрогеназной активности посевов козлятника на 29—39%, а фиксация атмосферного азота была в 1,5—2,6 раза выше люцерны и составила 641 кг/га за 2 года пользования.

*Фотосинтетическая деятельность посевов много-*

летних бобовых трав. В год посева многолетние травы сформировали небольшой листовой аппарат, так как посев проводился летом. Из-за медленного роста в первый год жизни площадь листьев у козлятника восточного составила 17,2—23,0 тыс. м<sup>2</sup>/га (посев 1998 г.) и 25,28—

33,4 тыс. м<sup>2</sup>/га (посев 1999 г.), причем в контроле в 1998 г. она была на 5,8 тыс. м<sup>2</sup>/га больше, а в 1999 г. — на 8,12 тыс. м<sup>2</sup>/га меньше и отличалась лишь по абсолютной величине. Большую площадь листьев в первый год жизни сформировали люцерна гибридная и клевер луговой — 25,9 и 25,7 тыс. м<sup>2</sup>/га (посев 1998 г.), 30,15 и 32,9 тыс. м<sup>2</sup>/га (1999 г.).

Во второй год жизни (посев 1998 г.) максимальная площадь листьев у клевера была в фазу массового стеблевания (58,5 тыс. м<sup>2</sup>/га), а у люцерны пик фотосинтетической активности наблюдался в фазу бутонизации — 37,5 тыс. м<sup>2</sup>/га. Величина листового аппарата козлятника восточного к фазе бутонизации — начала цветения снизилась с 60,2 до 42,65 тыс. м<sup>2</sup>/га в связи с неблагоприятными погодными условиями.

Ко второму укосу благодаря улучшению погоды травостой второго года жизни сформировали большой лис-

товой аппарат: козлятник восточный — 54,13 тыс. м<sup>2</sup>/га (посев 1998 г.) и 71,7 тыс. м<sup>2</sup>/га (посев 1999 г.), или по сравнению с контролем больше на 11 и 24%. По площади листьев козлятник превосходил клевер и люцерну в 1,1 — 1,2 раза.

У травостоев третьего года жизни максимальная площадь листьев была также во второй укос: 67,9 тыс. м<sup>2</sup>/га у козлятника; 35,42 тыс. м<sup>2</sup>/га — у клевера и 52,03 тыс. м<sup>2</sup>/га — у люцерны.

Изменение параметров фотосинтетической деятельности посевов многолетних бобовых трав шло параллельно нарастанию сырой массы клубеньков. Наибольший прирост площади листьев в целом по всем трем видам бобовых трав в первый год жизни совпадал с приростом у них массы активных клубеньков.

Фотосинтетический потенциал (ФСП) посевов многолетних бобовых трав изменялся в зависимости от изменения площади листовой поверхности. Так, наибольшая площадь листовой поверхности, а следовательно, и значение ФСП были у козлятника восточного на второй и в последующие годы жизни: соответственно 6,10 млн м<sup>2</sup> • дн/га (посев 1998 г.) и 5,98 млн м<sup>2</sup> • дн/га (посев 1999 г.), а на третий год — 7,36 млн м<sup>2</sup> • дн/га. При-

чем в опытном варианте по сравнению с контролем этот показатель был выше соответственно в 1,1—1,3 и 1,5 раза.

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) изменялась в зависимости от условий года. У травостоев, посеянных в 1998 г., самое низкое ее значение было отмечено для 2-го укоса третьего года жизни (2,38 г/м<sup>2</sup> · сут. у люцерны, 1,56 — у клевера и 1,69 г/м<sup>2</sup> · сут. — у козлятника), а наиболее высокое — для 2-го укоса второго года жизни (соответственно 4,72; 4,18 и 3,51 г/м<sup>2</sup> · сут.). При этом наибольшей интенсивностью прироста массы растений отличалась люцерна изменчивая.

У люцерны изменчивой и козлятника восточного по трем годам жизни прослеживается тенденция к снижению ЧПФ в опытном варианте, причем в годы с благоприятными погодными условиями ЧПФ также низ-

кая. Это объясняется максимальной величиной листового аппарата и небольшим приростом сухого вещества в лучшем варианте и в благоприятные по метеоусловиям годы. То есть, темпы увеличения площади ассимиляционной поверхности листьев превосходили интенсивность образования и накопления органического вещества другими органами растений, что является следствием изменения системы донорно-акцепторных отношений в растении. Так, во второй год жизни трав в 2000 г. произошло снижение ЧПФ (в среднем по укосам) на 13% в посевах люцерны и на 16% в посевах козлятника. На третий год жизни трав этот показатель снизился соответственно на 13 и 11%.

Эффективность работы единицы листовой поверхности растений по накоплению сухой массы сильно изменялась в течение вегетации (рис. 3).

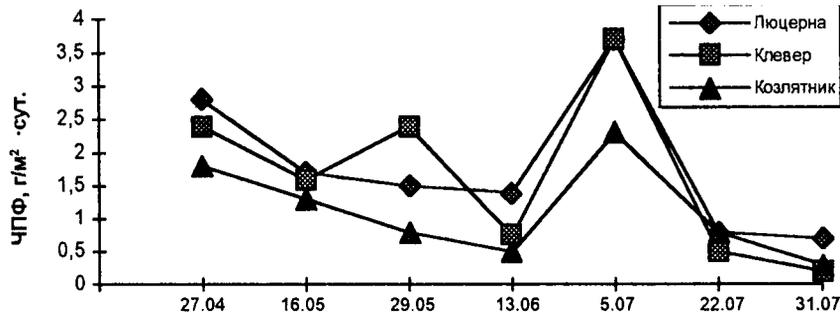


Рис. 3. Изменение ЧПФ в течение периода вегетации (2000 г.).

В первый год жизни максимальная продуктивность фотосинтеза отмечалась в начале роста — от фазы всходов до начала формирования активных клубеньков и была наибольшей у козлятника восточного (как и у других видов бобовых трав); на второй год жизни — в первые 11—13 дней после весеннего отрастания.

От эффективной работы фотосинтетического аппарата в значительной степени зависит накопление посевами абсолютно сухого вещества. Корреляционный анализ показал наличие прямой и сильной связи между накоплением абсолютно сухого вещества, площадью листьев и азотфиксацией. Эта связь выражается множественным

коэффициентом корреляции  $R = 0,64 - 0,99$ . Динамика накопления сухого вещества в 1-й и 2-й годы пользования многолетних трав носила такой же характер, что и изменение площади листьев.

*Урожайность* многолетних бобовых трав формируется за счет биологической фиксации азота воздуха, почвенного плодородия и прихода фотосинтетической активной радиации. Наиболее четкая картина по формированию урожайности многолетних трав первого года пользования была в 2000 г.

Улучшение условий вегетационного периода способствовало повышению урожайности многолетних трав по сравнению с предыдущим годом на 40—47%. При этом

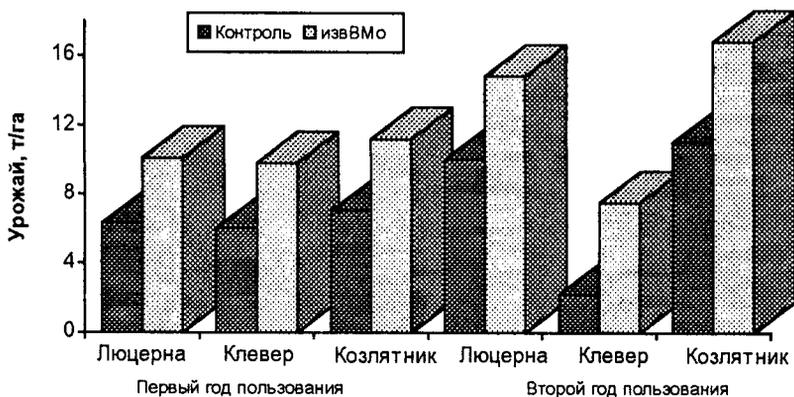


Рис. 4. Урожай сена многолетних бобовых трав по годам пользования в зависимости от условий выращивания (т/га).

сбор сена козлятника восточного (культуры наиболее урожайной) составил 11,26 т/га, что выше, чем урожай люцерны, на 10% и клевера — 14%. В свою очередь, улучшение минерального питания способствовало значительному росту урожайности: на 36% — козлятника, на 38% — люцерны и клевера.

Максимальное количество фитомассы и сена получено во второй год пользования посевами, при внесении извести и микроудобрений показатели выросли в 1,5—1,6 раза.

Наибольший урожай сена за 2 года пользования посевами сформировал козлятник восточный — 18,35 т/га, при улучшении минерального питания — 28,06 т/га, или больше, чем у клевера лугового, — на 39% и люцерны изменчивой — на 12%.

*Источники азота* в питании растений многолетних бобовых трав — азот почвы и симбиотически фиксированный азот воздуха. Доля участия каждого источника зависит от активности бобоворизобиального симбиоза. Лучший симбиотический аппарат сформировали травостои второго года жизни (посеянные как в 1998 г., так и в 1999 г.).

Наибольший симбиотический аппарат формировал козлятник восточный в 2000 г. За

вегетацию его посева фиксировали 141 кг/га азота воздуха, доля его участия в общем потреблении азота составила 48%, а при внесении извести и борно-молибденовых удобрений — соответственно 363 кг/га и 91%. Доля участия азота воздуха в питании растений козлятника восточного была выше, чем у люцерны, в 1,1—1,4 раза и чем у клевера — в 2 раза.

В травостоях третьего года жизни (табл. 2) доля атмосферного азота в формировании урожая снизилась по сравнению со вторым годом жизни и составила у козлятника восточного в опытном варианте всего 37%, у люцерны — 26, а клевера — 53%. Вероятно, это связано с переуплотнением почвы вследствие самозагущения посевов козлятника восточного. Несмотря на это улучшение минерального питания за счет внесения извести, бора и молибдена активизировало фиксацию атмосферного азота, доля которого возросла в 1,2 раза.

В целом среди изучаемых видов многолетних трав козлятник восточный отличался наибольшей азотфиксирующей активностью и долей участия азота воздуха в формировании урожая при условии достаточного увлажнения, а в засушливых условиях — клевер луговой.

**Доля фиксированного азота воздуха в общем потреблении его  
посевами многолетних бобовых трав**

Показатель	Год жизни	Посев 1998 г.		Посев 1999 г.	
		контроль	извВМо	контроль	извВМо
<i>Люцерна</i>					
Потребление N, кг/га	1	46	52	87	98
	2	393	443	274	330
	3	386	477	—	—
Доля N воздуха, %	1	27	35	25	28
	2	33	52	40	84
	3	16	26	—	—
<i>Клевер</i>					
Потребление N, кг/га	1	36	47	66	94
	2	305	381	246	286
	3	88	159	—	—
Доля N воздуха, %	1	58	54	68	56
	2	37	56	13	45
	3	41	53	—	—
<i>Козлятник</i>					
Потребление N, кг/га	1	39	45	64	77
	2	406	416	294	397
	3	439	559	—	—
Доля N воздуха, %	1	44	40	31	32
	2	34	38	48	91
	3	30	37	—	—

Люцерна изменчивая занимала промежуточное положение по данному признаку.

*Масса сухого вещества и азота, оставляемых многолетними травами в почве.* Агротехническое значение многолетних бобовых трав тем выше, чем больше они оставляют в почве корневых и пожнивных остатков и азота в них.

В результате активной работы симбиотического и фо-

тосинтетического аппарата многолетних бобовых трав к концу третьего года жизни люцерна и козлятник накопили наибольшее количество органических остатков и азота в них: соответственно до 6,97 т/га (козлятник) и 6,20 т/га (люцерна), 153 кг/га (козлятник) и 136 кг/га (люцерна). У клевера эти показатели были меньше — 2,59 т/га и 53 кг/га (в опытном варианте) вследствие из-

реженности посевов. Оптимизация почвенных параметров способствовала повышению количества азота в корнях многолетних бобовых трав в 1,1—1,2 раза.

*Питательная ценность многолетних бобовых трав* (табл. 3). По данным химического анализа, у козлятника восточного содержалось

меньше протеина (% АСВ), чем у люцерны, в 1,2 раза, а по содержанию клетчатки культуры почти не различаются — 23,2—21,4% (третий г.ж.), 23,4—22,7% (второй г.ж. 1999 г.) и 25,4—21,7% (второй г.ж. — 2000 г.). Наибольшее содержание зольных элементов и жира отмечено у клевера лугового.

**Т а б л и ц а 3**

**Питательная ценность многолетних бобовых трав в среднем за два года пользования посевами (в числителе — контроль, в знаменателе — извВМО)**

Культура	На 1 кг сухого вещества		На 1 корм. ед. переваримого протеина, г
	корм. ед.	переваримого протеина, г	
Люцерна	<u>0,86</u>	<u>135</u>	<u>157</u>
	0,88	142	161
Клевер	<u>0,85</u>	<u>123</u>	<u>145</u>
	0,87	127	146
Козлятник	<u>0,84</u>	<u>127</u>	<u>151</u>
	0,86	132	154

Активизация симбиотической деятельности посевов многолетних бобовых трав на 1% повышала содержание сырого белка в растениях и на 1—1,5% снижала содержание жира и клетчатки.

В целом среди изучаемых видов козлятник восточный занял промежуточное положение между клевером и люцерной по содержанию питательных веществ и общей питательности. По данным показателям сено и зеленая масса козлятника

близки к клеверу, но превосходят его по содержанию переваримого протеина на 4%.

Наибольшей белковой продуктивностью обладал козлятник восточный. Сбор белка за 2 года пользования посевами составил 7,06 т/га, а активизация симбиотической деятельности посевов повысила этот показатель на 35%. Белковая продуктивность козлятника восточного была в 1,1 раза выше, чем у люцерны и в 1,7 раза — чем у клевера.

По общей питательности козлятник восточный был близок к клеверу луговому и занимал промежуточное место между клевером и люцерной.

### Выводы

1. Оптимизация основных почвенных параметров (рН, содержание Р, К, микроэлементов), способствовала повышению показателей симбиотической деятельности многолетних бобовых трав на 40—50%, а наибольшая их величина была у козлятника восточного: масса клубеньков доходила до 425—606 кг/га, азотфиксация за 2 года пользования посевами составила 641 кг/га, что выше, чем у люцерны и клевера, в 1,5—2,6 раза.

2. Установлена положительная корреляция между показателями симбиотической и фотосинтетической деятельности посевов изучаемых видов многолетних бобовых трав. Множественный коэффициент корреляции равен 0,71—0,99. Козлятник восточный формировал наибольшую листовую поверхность, имел высокий фотосинтетический потенциал и превосходил люцерну и клевер по данным показателям в 1,2 раза, а улучшение минерального питания повышало их уровень на 18—40%.

3. Накопление сухого вещества в большей степени

зависело от обеспеченности растений биологически фиксированным азотом. Внесение извести и микроудобрений способствовало росту урожайности многолетних бобовых трав. Наибольший сбор сена за 2 года пользования обеспечил козлятник восточный — 28,06 т/га, тогда как клевер луговой — 17,1, а люцерна изменчивая — 24,4 т/га.

4. За счет повышения активности бобоворизобияльного симбиоза количество остатков в посевах козлятника восточного к концу третьего года жизни составило 6,97 т/га, а содержание в них азота увеличилось до 153 кг/га. Наименьшее количество остатков и азота в них было в посевах клевера лугового — соответственно 2,6 т/га и 53 кг/га.

5. Активизация симбиотической деятельности повышала питательную ценность и сбор белка многолетних бобовых трав. По общей питательности козлятник восточный занимал промежуточное положение среди изучаемых видов трав и уступал люцерне изменчивой, у которой на 1 корм. ед. приходилось 161 г переваримого протеина. Наибольший сбор белка за два года пользования посевами обеспечил козлятник восточный — 10,94 т/га, что на 10% больше, чем у люцерны.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Дробышева Л.В.* Оценка коллекции и создание селекционного материала клевера лугового с повышенной симбиотической азотфиксацией: Автореф. канд. дис. М., 1990. — 2. *Мильто Н.М.* Клубеньковые бактерии и продуктивность бобовых растений. — Минск: Наука и техника, 1982. — 3. *Посыпанов Г.С.* Методы изучения биологической фиксации азота

воздуха. — Справочн. пособие. М.: Агропромиздат, 1991. — 4. *Фарниев А.Т., Посыпанов Г.С.* Биологическая фиксация азота воздуха, урожайность и белковая продуктивность бобовых культур в Алании. — Владикавказ: Иристон, 1996. — 5. *Федорова Е.Э.* Азотфиксирующая система красного клевера при избыточном увлажнении. — Изв. АН СССР, сер. биол. 1987, № 2, с. 272—277.

*Статья поступила  
28 февраля 2001 г.*

## SUMMARY

Formation and activity of symbiotic apparatus in different species of perennial legume grasses were investigated in ecological conditions of Orlovsky region for the first time. Correlation between the value of symbiotic apparatus, activity of nitrogenase or the amount of fixed air nitrogen and productivity of photosynthesis, yield and protein productivity of grasses has been found, and the amount of nitrogen contained in organic residues of investigated crops after their cultivation has been found too.