

А.Х. Шеуджен^{1,2}, акад. РАН, Т.Н. Бондарева^{1,2}, к.с.-х.н., П.Н. Хачмамук¹,
Х.Д. Хуру

УДК 631.461.1/5: 633.31/37

ОСОБЕННОСТИ АККУМУЛЯЦИИ АЗОТА МНОГОЛЕТНИМИ БОБОВЫМИ ТРАВАМИ В ЧИСТЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ В ВЕРХНЕВОЛЖЬЕ

С.Т. Эседуллаев, к.с.-х.н., Н.В. Шмелева, Ивановский НИИСХ

Изучены особенности накопления азота многолетними бобовыми травами в чистых и смешанных посевах на дерново-подзолистых почвах Верхневолжья. Показана необходимость перехода на травопольную систему земледелия, где травы в севооборотах занимают удельный вес более 40%. Установлено, что в чистых посевах наибольшее количество органических остатков и азота накапливает люцерна изменчивая - более 200 кг/га. Козлятник и клевер заметно уступают ей. Минеральные удобрения значительно усиливают накопление органических остатков и азота только у клевера, у козлятника и люцерны изменения незначительны. В смешанных посевах наиболее интенсивно процессы азотфиксации происходили в вариантах люцерна 25-50 %, клевер 25-50 и тимфеевка 25% на контроле, и козлятник 50, клевер 25, тимфеевка 25 и люцерна 50, клевер 25, тимфеевка 25% на фоне минерального питания. Смешанные посевы аккумулируют до 160 кг/га симбиотического азота, который в дальнейшем используется как злаковым, так и бобовым компонентами для формирования высокого урожая трав.

Ключевые слова: аккумуляция азота, азотфиксация, плодородие, чистые и смешанные посевы, бобовые многолетние травы, люцерна, козлятник, клевер.

В последние годы плодородие дерново-подзолистых почв Верхневолжья продолжает снижаться. Связано это со значительным уменьшением внесения органических и минеральных удобрений, а также химических мелиорантов из-за их нехватки, дороговизны и высокой стоимости работ по внесению. Из общей площади пашни в Ивановской области 507 тыс. га по состоянию на 1.01.2015 г. площадь кислых почв составляет 280,2 тыс. га, или 59,9 %, почв с очень низким и низким содержанием подвижного фосфора 25,3 %, или 118,3 тыс. га, с очень низким и низким содержанием обменного калия 38,6% , низкий уровень органического вещества имеют почвы, занимающие 120,8 тыс. га, что составляет 25,8 % площади обследованной пашни. Средневзвешенное содержание органического вещества в пахотном горизонте по области равно 1,8 %. В 2015 г. в среднем по области на посевной площади было внесено минеральных удобрений всего лишь 14,1 кг д.в./га (в 2014 г. – 16,6 кг/га), удобренная площадь составила 50,8 тыс. га (в 2014 г. - 51,8 тыс. га), или 23,7 % от посевной (2014 г.- 24,2 %). В 2015 г. дефицит элементов питания был равен 56,3 кг/га посевной площади (в 2013 г. – 47,7), в том числе азота 22,4 кг/га, фосфора 9,2, калия 24,7 кг/га. Вынос питательных веществ урожаем превосходил их восполнение минеральными и органическими удобрениями в 2,7 раза [1].

Экономическое и финансовое состояние большинства хозяйств не позволяет вносить требуемое количество удобрений. Поэтому важнейшей задачей АПК региона становится переход на травопольную систему земледелия, в которой удельный вес трав в севооборотах составляет более 40%; в них для воспроизводства содержания органического вещества достаточно послеуборочных остатков и симбиотической азотфиксирующей способности бобовых трав. Значение многолетних бобовых трав в повышении плодородия почвы, а также их способность формировать высокие урожаи без при-

менения дорогостоящих минеральных азотных удобрений хорошо известны. Однако ассортимент бобовых трав в Верхневолжье невелик. Используемые в кормопроизводстве региона травосмеси, состоящие в основном из клевера и тимфе-евки, недолговечны, а продуктивность их с годами снижается. Современные сорта клевера лугового в исследованиях МСХА сохранялись в травостоях со злаковыми травами не более двух лет пользования, обеспечивая получения высоких урожаев [2]. Продуктивное долголетие смеси люцерны с костром безостым и тимфеевкой луговой значительно выше и по урожайности они превосходили клеверозлаковые смеси в 1,2-2,1 раза.

Люцернозлаковые травосмеси в опытах ВНИИК им. В.Р.Вильямса обеспечивали сравнительно равномерный выход корма по циклам и годам использования, характеризовались повышенным качеством корма, лучшей поедаемостью, повышенной зимостойкостью, устойчивостью к стрессовым факторам, болезням и вредителям, меньше засорялись разнотравьем [3]. При сравнительном изучении различных травосмесей в Сибирском НИИ кормов, травосмеси с козлятником оказались продуктивнее люцерновых [4].

Люцерна превосходит клевер по долголетию и засухоустойчивости и может сохраняться в травостоях до 7 лет и более [5].

Проведенные ранее исследования показали, что козлятник восточный в первый год жизни хозяйственный урожай не формирует, во второй год урожай невелик, а высокие урожаи он обеспечивает, начиная с третьего года жизни [6].

Многолетние травы положительно влияют на плодородие почвы, которое зависит от величины урожая, вида трав и состава травосмесей [7].

Результаты изучения аккумуляции козлятником биологического азота в Северо-Западном регионе показали [8], что среднегодовое его накопление составляет 291 кг/га.

В Орловской области в опытах Н.В. Парахина и С.Н. Петровой [9] после люцерны и козлятника в почву поступало в 1,7-1,8 раза корневых остатков больше, чем после клевера. Кроме того, при совместном выращивании бобовых и злаковых трав происходил перенос азота от бобовых к злаковым - до 110 кг/га. Посевы бобовых трав козлятника и люцерны накапливали азота до 213-400 кг/га.

Травосмеси с участием люцерны изменчивой и козлятника восточного - хороший резерв получения кормов высокого качества. Однако в условиях региона до настоящего времени характер накопления ими азота, особенно в смешанных посевах, слабо или совсем не изучен.

Цель исследований - изучить особенности аккумуляции азота многолетними бобовыми травами, возделываемыми на корм, в чистых и смешанных посевах.

Методика. Полевые опыты проводили в 2010-2015 гг., на стационаре Ивановского НИИСХ на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. В пахотном слое содержание гумуса - 9%, подвижного фосфора и обменного калия, соответственно, 230 и 175 мг/кг почвы, рН_{сол} 5,2. Повторность - 4-кратная. Площадь делянки - 30 м², размещение систематическое. Ва-

рианты трав изучали на двух фонах: без удобрения и с $N_{30}P_{60}K_{90}$. Фосфорно-калийные удобрения вносили перед закладкой травостоев один раз, азотные – ежегодно в начале вегетации. Сеяли травы беспокровно, в сроки посева ранних яровых культур. Полная норма высева трав составила (кг/га всхожих семян): козлятника восточного сорт Гале – 20, люцерны изменчивой сорт Вега 87 – 15, клевера лугового сорт Дымковский – 14, тимopheевки луговой сорт Вик 9–10. В сложные травосмеси злаковые и бобовые травы включали в соотношении 25; 50 и 75 % от полной их нормы высева. Более подробно схема опытов представлена в таблицах 1-3.

Агротехника – общепринятая для зоны. Для нейтрализации избыточной кислотности перед закладкой травостоев на участке под опытом вносили доломитовую муку в дозе 5,0 т/га. Первый укос трав на зеленую массу проводили в фазе бутонизация – начало цветения, второй – за 35 дней до наступления устойчивых заморозков. Все исследования и учеты осуществляли согласно методическим рекомендациям ВНИИ кормов им. В.Р.Вильямса (1997): учет пожнивно-корневых остатков – методом рамочной

выемки монолитов по Н.З. Станкову (1964), симбиотический азот – по методике Г.С. Посыпанова (1991) – $N_{\text{симб.}} = (B_6 - B_3) + (H_6 - H_3)$, где B_6 и B_3 – вынос азота надземной массой бобовой и злаковой культуры, H_6 и H_3 – накопление азота корнями бобовой и злаковой культуры.

Результаты и их обсуждение. Изучение характера аккумуляции органических остатков и азота травами в чистых посевах показало, что наибольшее количество пожнивно-корневых остатков (ПКО) и азота, как общего, так и симбиотического, накапливает на обоих фонах люцерна изменчивая (табл. 1).

Козлятник и клевер заметно уступает ей. Внесение минеральных удобрений значительно усиливает накопление органических остатков и азота только у клевера, у козлятника и люцерны изменения незначительны. Люцерна аккумулирует более 200 кг/га симбиотического азота, козлятник – 123-132, клевер – 87-135 кг/га. Азотфиксирующая способность козлятника возрастала от первого года к пятому, тогда как у люцерны она была стабильной по годам.

1. Накопление пожнивно-корневых остатков и азота чистыми посевами трав (среднее за 2011-2015 гг.)

Агрофон	Многолетние травы	Урожайность, т/га		Содержание, кг/га			ПКО, т/га	Накоплено N, кг/га	
		зеленая масса	сухое вещество	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		общ.	симб.
$N_{30}P_{60}K_{90}$		33,3	7,0				123	168	132
	Клевер луговой*	33,1	6,4	173	38,4	243	79	98	87
	Люцерна изменчивая	40,8	9,1	273	63,7	182	198	235	204
	Ежа сборная	260	64	96,0	44,8	230	196	126	0
	Тимофеевка луговая	24,0	6,6	85,8	26,4	165	156	103	0
	Козлятник восточный	28,0	6,7	201	33,5	141	115	159	123
	Клевер луговой*	47,5	9,5	257	57,0	261	127	156	135
	Люцерна изменчивая	41,9	8,1	243	56,7	162	208	246	211
	Ежа сборная	322	78	117	54,6	281	200	127	0
	Тимофеевка луговая	26,3	6,7	87,1	26,8	168	175	114	0
HCP ₀₅				1,51					

*Данные в среднем за 3 года.

В смешанных посевах максимальное количество ПКО и азота также накапливалось в травостоях с участием люцерны изменчивой, но характер аккумуляции симбиотического азота был несколько иным. На контроле наибольшее его количество накапливалось в вариантах 6 и 7 с люцерной, клевером и

тимopheевкой, на фоне минерального питания – в вар. 4 с козлятником, клевером и тимopheевкой и в вар. 6 с люцерной и клевером. На четвертый год хозяйственного пользования клевер полностью выпал из травостоев. Смешанные посевы накапливали до 160 кг/га симбиотического азота (табл. 2).

2. Накопление пожнивно - корневых остатков и азота смешанными посевами трав (в среднем за 2011-2015 гг.)

Агрофон	Многолетние травы	Содержание, кг/га			ПКО, т/га	Накоплено N, кг/га	
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		общ.	симб.
Контроль без удобрений	1. Козлятник восточный	210	35,0	147	123	168	132
	2. Клевер луговой	173	38,4	243	79	98	87
	3. Люцерна изменчивая	273	63,7	182	198	235	204
	4. Козлятник, 50% + клевер, 25% + тимopheевка, 25%	139	33,2	184	186	146	115
	5. Козлятник, 25% + клевер, 50% + тимopheевка, 25%	170	36,2	188	176	180	145
	6. Люцерна, 50% + клевер, 25% + тимopheевка, 25%	187	48,2	202	202	195	161
	7. Люцерна, 25% + клевер, 50% + тимopheевка, 25%	140	38,3	190	169	166	156
$N_{30}P_{60}K_{90}$	1. Козлятник восточный	201	33,5	141	115	159	123
	2. Клевер луговой	257	57,0	261	127	156	135
	3. Люцерна изменчивая	243	56,7	162	208	246	211
	4. Козлятник, 50% + клевер, 25% + тимopheевка, 25%	189	40,9	214	146	202	155
	5. Козлятник, 25% + клевер, 50% + тимopheевка, 25%	153	36,2	200	140	183	144
	6. Люцерна, 50% + клевер, 25% + тимopheевка, 25%	189	49,3	216	167	190	148
	7. Люцерна, 25% + клевер, 50% + тимopheевка, 25%	145	40,5	208	139	169	132

В дальнейшем накопленный в смешанных посевах симбиотический азот использовался как злаковым, так и бобовым компонентами для формирования урожая трав. Об этом свидетельствуют высокие урожаи зеленой массы и сухого вещества, полученные в вариантах 6 и 7, а также сборы кормовых единиц и переваримого протеина (табл.3). В лучших вариантах смешанных посевов, в сумме за два укоса, собрано в среднем за пять лет более 40 т/га зеленой массы, 9,0-9,4 т/га сухого вещества, более 7000 кг/га кормовых единиц и около 1000 кг переваримого протеина. Высокая продуктивность трав наблюдалась при минимальных затратах минеральных удобрений и даже при их отсутствии. Следовательно, совместное выращивание бобовых и злаковых трав для условий

Верхневолжья является одним из важнейших резервов получения кормов высокого качества при минимальных затратах труда и средств. Это особенно важно в условиях острого дефицита минеральных удобрений и оборотных средств у хозяйств.

3. Продуктивность смешанных посевов трав (в среднем за 2011-2015 гг.)

Агрофон	Вариант травосмеси	Урожайность, т/га		Сбор, кг/га		ПП в 1 кг, г
		ЗМ	СВ	КЕ	ПП	
Контроль - без удобрений	4	30,3	7,7	5570	730	131
	5	32,0	8,0	5860	790	131
	6	38,4	8,9	6570	880	134

ний	7	34,3	8,3	6060	810	138
N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	4	34,0	8,7	6310	890	133
	5	36,0	9,0	6660	830	132
	6	40,1	9,2	6970	920	133
	7	43,2	9,4	7130	950	132
НСР ₀₅ (среднее)			1,4			

Примечание. ЗМ-зеленая масса, СВ - сухое вещество, КЕ – кормовые единицы, ПП- переваримый протеин

Выводы. В ходе проведенных исследований изучены особенности накопления пожнивно-корневых остатков и азота многолетними бобовыми травами в чистых и смешанных посевах на дерново-подзолистых почвах Верхневолжья. Установлено, что в чистых посевах наибольшее количество органических остатков и азота, как общего, так и симбиотического, накапливает на обоих фонах люцерна изменчивая - более 200 кг/га. Азотфиксирующая способность козлятника возрастала от первого года к пятому, тогда как у люцерны она была устойчивой по годам. Минеральные удобрения значительно усиливали накопление органических остатков и азота только у клевера, у козлятника и люцерны изменения несущественны. В смешанных посевах наиболее интенсивно процессы азотфиксации происходили на контроле в вариантах люцерны 25-50 %, клевер 25-50 и тимopheевка 25%, на фоне минерального питания – козлятник 50 %, клевер 25, тимopheевка 25 и люцерна 50, клевер 25, тимopheевка 25%. Смешанные посевы накапливали до 160 кг/га симбиотического азота. Накопленный в смешанных посевах симбиотический азот

использовался как злаковым, так и бобовым компонентами для формирования высокого урожая трав.

Литература

1. Нода И.Б., Дорофеева Л.Л. Внесение удобрений под урожай сельскохозяйственных культур в Ивановской области. Сб. науч. ст. «Вопросы повышения урожайности сельскохозяйственных культур», ФГБНУ ВО «Ивановская государственная сельскохозяйственная академия имени Д.К.Беляева». - Иваново, 2016.- С 65-70.
2. Лазарев Н.Н. Продуктивность сортов нового поколения клевера лугового и люцерны изменчивой при многоукосном использовании в условиях Нечерноземья // Кормопроизводство.- 2005.- №11.- С.5-7.
3. Писковецкий Ю.М. Люцерна для многовидовых агрофитоценозов // Кормопроизводство. – 2012. - №11. - С. 25-26.
4. Казанцев В.П. Травосмеси при долготелетнем сенокосном использовании // Кормопроизводство. – 2012. - №6. - С. 11-12.
5. Лазарев Н.Н., Авдеев С.М., Яцкова В.Г., Стародубцева А. М. Долготелетнее использование люцерны изменчивой сорта Пастбищная 88 в одновидовых посевах и травосмесях // Кормопроизводство. – 2010. - №1. – С. 9-12.
6. Эседуллаев С.Т. Способы создания высокопродуктивных травостоев козлятника восточного в Верхневолжье // Аграрный вестник Урала.-2009.- №9.- С.78-79.
7. Лыков А.М., Еськов А.И., Новиков М.Н. Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья. – М.: Россельхозакадемия, 2004. – 630 с.
8. Капустин Н.И. Агробиологические особенности новых и традиционных кормовых культур, технологий их возделывания и приемы биологизации земледелия в Северо-Западном регионе. Автореферат диссертации на соиск. уч. степ. канд. с.-х. наук.- М., 2013. – 32 с.
9. Парахин Н.В., Петрова С.Н. Симбиотически фиксированный азот в агроэкосистемах // Вестник Орел ГАУ, №3. Т.18, 2009.- С.41-45.
10. Посыпанов Г.С. Методы определения биологической фиксации азота воздуха.- М.: Агропромиздат, 1991.- 300 с.

FEATURES OF NITROGEN ACCUMULATION BY PERENNIAL LEGUMES IN PURE AND MIXED CROPS IN THE UPPER VOLGA REGION

S.T. Esedullaev, N.V. Shmeleva, Ivanovo Research Institute of Agriculture, ul. Tsentralnaya 2, Bogorodskoe, Ivanovo district, Ivanovo oblast, 153506 Russia, E-mail: ivniicx@rambler.ru, ivniicx@mail.ru

The peculiarities of nitrogen accumulation by perennial legumes in pure and mixed crops on soddy-podzolic soils of the Upper Volga region have been studied. Because of the significant decrease in the application of organic and mineral fertilizers and chemical ameliorates and their high costs, the fertility of soddy-podzolic soils in the Upper Volga region continues to decline. Therefore, the transition to grassland farming system, where the share of grasses in crop rotations exceeds 40%, becomes the most important task of agribusiness in the region. In pure crops, alfalfa accumulates the largest amounts of organic matter and nitrogen (more than 200 kg/ha). Fertilizers significantly increase the accumulation of organic matter and nitrogen by clover; in goat's-rue and alfalfa, changes are insignificant. Mixed crops accumulate up to 160 kg/ha symbiotic nitrogen, which is later used by the cereal and legume components for the formation of high grass yield.

Keywords: nitrogen accumulation, nitrogen fixation, pure and mixed crops, legumes, perennial grasses, alfalfa, goat's rue, clover.