

РАСТЕНИЕВОДСТВО, МЕТЕОРОЛОГИЯ

Известия ТСХА, выпуск 4, 2010 год

УДК 633.2:631.8:631.452

РОЛЬ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ, УДОБРЕНИЙ В ОБЕСПЕЧЕНИИ КОРМОВОЙ БАЗЫ ЖИВОТНОВОДСТВА И ПОВЫШЕНИИ ПЛОДОРОДИЯ ЗОНАЛЬНЫХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ почв ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

В.Н. КУТРОВСКИЙ, В.В. КОНОНЧУК, Г.В. БЛАГОВЕЩЕНСКИЙ,
В.Д. ШТЫРХУНОВ, Т.О. НАЗАРОВА, С.М. ТИМОШЕНКО

(Московский НИИ сельского хозяйства)

На основании результатов многолетних исследований в стационарном полевом севообороте обосновывается необходимость существенного расширения видового разнообразия сеяных травянистых агрофитоценозов и дифференцированного применения минеральных удобрений в Центральном Нечерноземье с учетом видовых особенностей с.-х. культур и обеспеченности почвы элементами питания для повышения устойчивости полевого кормопроизводства, урожайности и качества продукции, улучшения почвенного плодородия.

Ключевые слова: многолетние бобовые травы, биологический азот, минеральные удобрения, зерновые культуры, плодородие, дерново-подзолистая почва.

За последние 18-20 лет проводимые в Московском НИИСХ исследования в длительных стационарных полевых опытах показывают, что в хозяйствах с развитым молочным скотоводством, где используются интенсивные зернотравяные севообороты с возделыванием клевера лугового или клеверотимофеечной смеси возникает необходимость расширения видового разнообразия многолетних трав из-за изреживания клевера уже ко второму году пользования. Расширение видового состава сеяных травяных агрофитоценозов за счет формирования травосмесей с включением видов, отличающихся разными сроками созревания, способствует повышению устойчивости кормовой базы, улучшению качества получаемой продук-

ции и удлинению сроков продуктивного долголетия травостоев. Высокая доля бобового компонента в травосмесях к распахке пласта обеспечивает увеличение поступления биологического азота в почву, положительно влияет на урожайность и качество последующих зерновых культур и почвенное плодородие.

Объекты, методика и условия исследований

Исследования проводили в длительном стационарном полевом опыте, заложенном в трех закладках в 2000—2003 гг. Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая, средней окультуренности с содержанием перед закладкой в пахотном (0~22 см) слое гумуса 1,90%, подвижного фосфора

и калия (по Кирсанову) — 186 и 170 мг/кг P_2O_5 и K_2O , pH_{KCl} — 5,5. Севооборот зернотравяной: многолетние травы 1-3-го г.п. беспокровно, озимая пшеница, овес, пелюшка. Многолетние травы: клевер луговой (*Trifolium pratense* L.) сорта ВИК-7, люцерна пестрогибридная (*Medicago sativa* L.) сорта Вега, лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.) сорта Луч, козлятник восточный (*Galega orientalis* L.) сорта Гале, тимофеевка луговая (*Pflemu pratense* L.) сорта ВИК-85; зерновые культуры: озимая пшеница сорта Немчиновская-24, овес сорта Скакун, пелюшка сорта Флора-2.

В травяном звене севооборота предусматривалось изучение сравнительной продуктивности бобовых, злаковых и смешанных посевов многолетних трав без удобрений. Тимофеевка возделывалась как без удобрений, так и при ежегодном дробном внесении N_{90} , N_{145} и N_{200} в течение трех лет.

Культуры зернового звена выращивали без удобрений и с их внесением: под озимую пшеницу K_{150} под вспашку, N_{60} перед посевом и N_{100} весной в подкормку, под овес $N_{90}K_{150}$, под пелюшку $N_{60}K_{150}$ перед посевом. Фосфорные удобрения не вносили вследствие высокой обеспеченности почвы подвижным фосфором. В качестве удобрений использовали аммиачную селитру и хлористый калий. Площадь делянки 75 м², повторность 4-кратная, способ уборки — сплошной поделяночный. В процессе исследований использовали методические рекомендации ВИК [4], статистическую обработку проводили по методике Б.А. Доспехова [2]. Для анализа почв и растений использовали юстированные методики, принятые в агрохимической службе.

Метеорологические условия вегетационных периодов в годы исследований в целом благоприятствовали формированию высокой урожайности возделываемых культур.

Результаты и их обсуждение

Нами установлено, что в сложившихся метеорологических условиях наиболее высокие показатели сбора сырого белка — 3,5-3,7 т/га за три года при урожайности 20-22 т/га (6,7-7,3 т/га в год) сухого вещества и накоплении обменной энергии 220-230 ГДж/га были получены в вариантах двойных бобовых смесей с участием клевера лугового, люцерны, лядвенца и козлятника. Двойные и тройные бобово-злаковые смеси с участием клевера лугового, люцерны, козлятника и тимофеевки отличались более высокой урожайностью — 24-25 т/га (8,0-8,3 т/га в год) сухого вещества при близких значениях накопления сырого белка и обменной энергии. Меньшая продуктивность характерна для вариантов с участием лядвенца, а также козлятника в смеси с тимофеевкой — 17-22 т/га сухого вещества, 166—204 ГДж/га обменной энергии и 2,2-2,7 т/га сырого белка. Тем не менее, отмеченные величины продуктивности заметно выше показателей в вариантах одновидовых посевов люцерны, лядвенца и козлятника, особенно по накоплению сухого вещества и обменной энергии, что позволяет рекомендовать рассматриваемые смеси для возделывания в травяных звеньях зернокармливаемых севооборотов. Тимофеевке для формирования урожайности подобного уровня требовалось ежегодное дробное внесение азотных удобрений не менее 150 кг/га (табл. 1). В рассматриваемых травосмесях благодаря положительной сукцессии в течение всего срока использования поддерживалось высокое содержание бобового компонента — 50-90%.

Благодаря использованию бобовых трав минерализация последних после распашки пласта способствует обогащению почвы азотом и во многом определяет уровень урожайности последующих культур.

Продуктивность многолетних трав и травосмесей и изменение ботанического состава травостоев в зависимости от их видового состава, в среднем по двум закладкам (2000-2006)

Вариант	Урожайность, т/га			Сырой белок	ОЭ		Динамика ботанического состава, %	
	1-й г.п.	2+3-й г.п.	сумма 1-3-й г.п.	%	за 3 года		1-й г.п.	3-й г.п.
					т/га	ГДж/га		
Клевер луговой	10,2	10,5	20,7	18,4	3,75	227	100	55
Люцерна пестрогибридная	6,1	11,1	17,2	17,8	3,00	190	97	60
Лядвенец рогатый	6,4	8,3	14,7	17,1	2,46	156	93	63
Козлятник восточный	4,8	11,7	16,5	18,4	2,88	185	86	59
Клевер луговой + люцерна пестрогибридная	8,8	12,8	21,6	17,1	3,72	233	90	41
Клевер луговой + лядвенец рогатый	8,1	12,0	20,1	17,0	3,48	215	94	62
Клевер луговой + козлятник восточный	8,3	12,0	20,3	17,6	3,48	218	95	32
Клевер луговой + тимофеевка	9,3	15,3	24,6	13,8	3,57	241	85	47
Люцерна пестрогибридная + тимофеевка	8,6	16,2	24,8	14,1	3,45	251	12	52
Лядвенец рогатый + тимофеевка	6,8	14,4	21,2	12,9	2,55	198	65	65
Козлятник восточный + тимофеевка	4,8	12,0	16,8	13,1	2,16	166	32	33
Клевер луговой + люцерна пестрогибридная + тимофеевка	10,3	15,0	25,3	14,6	3,48	245	53	50
Клевер луговой + лядвенец рогатый + тимофеевка	8,0	13,5	21,5	13,9	2,73	204	46	49
Клевер луговой + козлятник восточный + тимофеевка	9,5	14,1	23,6	14,9	3,24	234	56	53
Тимофеевка N ₁₄₅	9,5	15,7	25,2	9,4	2,10	201	43	38
НСР _{0,05}	0,45	0,46			-		70	24
							10	43
							20	33
							68	29
							8	23
							24	48
							67	38
							8	28
							23	33
							100	100

Количественные параметры азотфиксации клевера лугового в Нечерноземной зоне достаточно хорошо изучены [1, 5, 8 и др.]. Значительно меньше материалов по люцерне и козлятнику [3, 5, 7], а лядвенец в этом плане практически не изучен.

Методом сравнения с небобовой культурой (timoфеевкой луговой) нами установлена высокая азотфиксирующая способность всех изучаемых видов бобовых трав и их смесей начиная уже с первого года пользования. Коэффициент азотфиксации

(отношение количества фиксированного азота к общему накоплению азота в урожае) у клевера лугового в этот период составил 0,89, люцерны, лядвенца и козлятника — 0,78-0,80. Возделывание последних в смеси с клевером способствовало увеличению их способности к усвоению атмосферного азота до 0,85-0,86. В менее благоприятных условиях второго года пользования (избыточное увлажнение) K_f снижался до 0,50-0,66, а в третий год пользования снова возрастал до 0,72-0,82 в одновидовых посевах и до 0,79-0,88 в смесях и составлял в среднем за три года по клеверу и его смеси с люцерной 0,76 и 0,79, по люцерне — 0,75, по лядвенцу и его смеси с клевером — 0,69 и 0,78, по козлятнику — 0,74 и 0,77 соответственно (табл. 2). В биологический круговорот при этом дополнительно вовлекалось 258-467 кг/га фиксированного азота атмосферы при накоплении его в рас-

чете на 1 т сухого вещества надземной массы 18-23 кг (см. табл. 2). Отмечено повышение урожайности и азотфиксирующей способности люцерны, лядвенца и козлятника, выращиваемых в смеси с клевером, в сравнении с одновидовыми травостоями, что объясняется аллелопатией компонентов травосмесей.

Как известно, о вкладе биологического азота в плодородие почвы и урожайность последующих культур судят по количеству его в учтенной методом отмывки монолитов массе пожнивных остатков и корней. По мнению многих зарубежных и отечественных исследователей, такой учет является неполным, поскольку при этом не учитывается масса мелких и очень мелких корней, корневых волосков и экссудатов [6, 9—11 и др.]. Но основная причина состоит в том, что при определении таким образом количества фиксированного азота нельзя

Т а б л и ц а 2

Азотфиксирующая способность многолетних бобовых трав и их смесей с клевером луговым в зависимости от состава и возраста травостоя (2004-2006)

Вариант	Накопление азота в наземной массе, кг/га								Коэффициент N_2 -фиксации				Азот в урожае, кг/т	
	годы пользования травостоем												об-щий	фиксированный
	1-й	2-й	3-й	сумма 1-3-й	1-й	2-й	3-й	сумма 1-3-й	1-й	2-й	3-й	в среднем		
Тимофеевка луговая	33	89	13	135	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Клевер луговой	295	260	47	602	262	171	34	467	0,89	0,66	0,72	0,76	29	23
Люцерна пестрогибридная	158	251	72	481	125	162	59	346	0,79	0,65	0,82	0,75	28	20
Лядвенец рогатый	162	178	53	393	129	89	40	258	0,80	0,50	0,76	0,69	27	18
Козлятник восточный	149	250	62	461	116	161	49	326	0,78	0,64	0,79	0,74	28	20
Клевер + люцерна	244	242	107	593	211	153	94	458	0,86	0,63	0,88	0,79	27	21
Клевер + лядвенец	225	253	79	557	192	164	66	422	0,85	0,65	0,84	0,78	28	21
Клевер + козлятник	233	261	61	555	200	172	48	420	0,86	0,66	0,79	0,77	27	21

объяснить величину прибавок урожая последующих культур. Поэтому Е.П. Трепачевым [8] был предложен поправочный коэффициент на полноту учета, равный 2,0–2,5, установленный на основе результатов исследований как зарубежных авторов, так и собственных оригинальных разработок с меченым азотом и углеродом.

В наших исследованиях масса сухих пожнивно-корневых остатков к распашке пласта в зависимости от состава травосмесей с поправкой на полноту учета, равной 2,0, составляла 7,44–18,66 т/га, в т.ч. корней в слое 0–30 см — 4,34–15,18 т/га. В ней накапливалось 122–341 кг/га общего и 50–270 кг/га связанного атмосферного азота, в т.ч. в корнях — 56–80%. В сложившихся условиях возделывания наибольшее количество фиксированного азота накапливалось в пожнивно-корневых остатках козлятника восточного — 270 кг/га, в т.ч. в корнях — 232 кг/га, что в расчете на 1 т сухой надземной массы составляло 16 кг. Меньшее количество — 144–163 кг/га или 7–9 кг/т обнаружено в пожнивно-корневых остатках люцерны, ее смеси с клевером, а также смеси клевера с козлятником. К распашке пластов люцерны, бобово-злаковых смесей с участием люцерны, тимофеевки, клевера, козлятника количество биологического азота в ПКО уменьшалось до 117–126 кг/га или до 5 кг/т. В вариантах с клевером луговым и его смеси с люцерной, остальных бобово-злаковых смесей количество фиксированного азота в пожнивно-корневых остатках было наименьшим — от 8–50 до 70–98 кг/га или от 2 до 5 кг/т сухой надземной биомассы соответственно.

Найденные нами нормативные показатели могут быть использованы для ориентировочного определения количества $N_{\text{биол}}$ в почве по величине урожайности (табл. 3).

Положительное влияние пластов бобовых трав на плодородие почвы

не исчерпывается воздействием их на ее азотный фонд. Оно значительно шире и затрагивает как агрохимические, так и агрофизические свойства. Перевод пашни во временную залежь на годы возделывания трав сопровождается постепенным уплотнением обрабатываемого слоя почвы. К распашке пластов в 3-й год пользования плотность сложения 0–20 см слоя по изучаемым группам травосмесей достигала в среднем 1,35–1,36 г/см³ с колебаниями от 1,31 до 1,40 г/см³. В этих условиях направленность трансформации поступающего в почву органического вещества сдвигалась в сторону новообразования гумуса. Условный коэффициент гумусонакопления (К) составил 1,6–1,9 с колебаниями по вариантам от 1,14 до 2,27. При этом содержание гумуса в почве по изучаемым вариантам одновидовых посевов многолетних трав, их смесей с клевером и тимофеевкой варьировало в пределах 1,85–2,37% или в среднем по группам трав — 2,02, 2,03 и 1,93%, что было выше исходного (1,90%) на 0,03–0,13%.

Систематическая вспашка при выращивании культур зернового звена способствовала разуплотнению почвы, усилению притока кислорода и сдвигу процессов трансформации органического вещества пожнивно-корневых остатков и самой почвы в сторону минерализации. В этих условиях плотность сложения почвы в среднем за период активной вегетации пелюшки, завершающей ротацию севооборота, при посеве ее на 3-й год после распашки пластов различных видов многолетних бобовых трав и их смесей с клевером луговым составила в среднем 1,19 г/см³ с колебаниями от 1,16 до 1,25 г/см³, по бобово-злаковым смесям и удобренной тимофеевке — от 1,24 до 1,15 г/см³. Коэффициент гумусонакопления при этом в среднем за вегетацию уменьшился до 1,2–1,6, а в соответствии с ним и содержание гумуса по указанным группам пред-

**Накопление общего и биологического азота в пожнивно-корневых остатках
многолетних трав в зависимости от их массы (2006)**

Вариант	Масса пожнивно-корневых остатков		Накопление азота, кг/га				N _{фикс.} пожнивно-корневых остатков в расчете на 1 т сухой надземной массы, кг
	всего, т/га	в т.ч. корней, %	общего		фиксированного		
			всего	в т.ч. в корнях, %	всего	в т.ч. в корнях, %	
Клевер луговой	7,44	58	137	77	98	55	5
Люцерна пестрогибридная	10,54	79	195	156	160	128	9
Лядвенец рогатый	8,96	77	155	127	117	96	8
Козлятник восточный	17,26	83	341	293	270	232	16
Клевер луговой + люцерна пестрогибридная	10,22	67	211	136	163	105	8
Клевер луговой + лядвенец рогатый	7,76	67	122	77	90	57	5
Клевер луговой + козлятник восточный	10,34	65	189	129	144	98	7
Клевер луговой + тимopheевка	14,30	73	152	112	50	30	2
Люцерна пестрогибридная + тимopheевка	14,38	77	211	163	126	95	5
Лядвенец рогатый + тимopheевка	18,66	81	214	172	85	65	4
Козлятник восточный + тимopheевка	13,36	78	171	135	99	77	6
Клевер луговой + люцерна пестрогибридная + тимopheевка	14,38	71	177	122	70	39	3
Клевер луговой + лядвенец рогатый + тимopheевка	13,16	81	140	108	38	24	2
Клевер луговой + козлятник восточный + тимopheевка	12,80	70	213	149	124	88	5

шестующих трав снизилось до 1,82 и 1,86%, что на 0,04-0,08% ниже исходного уровня. Освободившийся при этом азот, в значительной степени фиксированный из атмосферы, и послужил источником формирования урожайности последующих зерновых культур на фоне без удобрений. Применение удобрений под зерновые культуры способствовало увеличению урожайности основной и побочной

продукции, повышению ее качества, стабилизации и росту содержания гумуса в почве. В нашем опыте к концу ротации севооборота на удобренном фоне к уборке пелюшки содержание гумуса составило в среднем 2,0%, что на 0,09% превышало исходный уровень. После бобово-злаковых трав и удобренной (N₁₄₅) тимopheевки — 1,98 и 1,93% соответственно и было близким к показателям, полу-

ченным к распашке соответствующих пластов.

Следовательно, многолетние бобовые и бобово-злаковые травы с преобладающей долей бобового компонента в сочетании с применением средних доз удобрений в зерновых звеньях севооборотов зернокормового направления представляют собой мощный фактор стабилизации и расширенного воспроизводства гумуса в почве.

Положительное влияние биологического азота многолетних трав на урожайность последующих культур в условиях эксперимента прослеживалось в течение трех лет. В год действия пласта наиболее высокая урожайность зерна озимой пшеницы 4,4–5,0 т/га и соответственно эффективность биологического азота — 47–64% получены при посеве ее по пластам различных видов многолетних бобовых трав и их смесей с клевером луговым. При этом следует выделить пласты с участием люцерны, лядвенца, козлятника, смеси клевера с лядвенцем, обеспечившие урожайность зерна 4,82–4,95 т/га. По пластам бобово-злаковых смесей получена меньшая урожайность — 3,14–4,10 т/га при эффективности $N_{\text{биол}}$ 4–36% (табл. 4).

По мере удаления от времени распашки пласта снижалась урожайность культур и эффективность биологического азота. Урожайность овса по обороту пластов бобовых трав составила 3,6–4,2 т/га, а уровень прибавок — 0,47–1,10 т/га (15–36%). Наиболее высокая эффективность азота — 29–36% наблюдалась по оборотам пластов с участием люцерны, лядвенца, козлятника, смеси клевера лугового с люцерной, а урожайность составляла 3,9–4,2 т/га. Оборот пластов бобово-злаковых смесей обеспечивал получение меньшей урожайности — 3,4–3,9 т/га.

Урожайность зерна пелюшки достигла максимального уровня 3,0–

3,7 т/га на 3-й год после распашки пластов двойных бобово-злаковых смесей с участием клевера, люцерны, лядвенца и тимopheевки. Бобовые виды предшественников и тройные бобово-злаковые смеси были менее эффективны. При урожайности 2,02–2,81 т/га прибавки от $N_{\text{биол}}$ составляли от 5 до 29%.

Применение азотно-калийных удобрений в разной степени увеличивало урожайность всех культур зернового звена. Уровень прибавок находился в обратной связи с эффективностью биологического азота. Урожайность зерна озимой пшеницы по удобрением $N_{160}K_{150}$ пластам различных видов многолетних бобовых трав и их смесей с клевером в среднем по двум закладкам составила 5,6–6,2 т/га, что превышало показатели естественного фона на 15–28% или на 0,73–1,36 т/га. При меньшей урожайности по удобрением пластам бобово-злаковых травосмесей, равной 4,6–5,2 т/га, прибавки возрастали до 0,60–1,82 т/га, или до 15–58%.

Предпосевное внесение $N_{90}K_{150}$ под овес нивелировало различия в величинах урожайности, связанные с видовыми особенностями предшественников и обеспечивало получение зерна 4,5–5,5 т/га. Максимальный уровень ее, в среднем равный 5,4–5,5 т/га, создавался по удобрением оборотам пластов люцерны, лядвенца, козлятника и смеси клевера с люцерной. Близкие показатели — 5,0–5,3 т/га были получены по оборотам пластов клевера с козлятником, а также в вариантах с участием клевера, люцерны и тимopheевки в двойных сочетаниях. По указанным предшественникам прибавки от удобрений составляли 32–46% или 1,34–1,68 т/га.

Урожайность зерна пелюшки на 3-й год после распашки удобрением пластов двойных бобово-злаковых смесей в сравнении с неудобренным фоном изменялась слабо и составляла 3,6–

Таблица 4

**Урожайность зерновых культур и эффективность биологического азота
в зависимости от состава предшествующих многолетних трав (2007-2009)**

Вариант	Урожайность, т/га			Прибавка от N _{биол.} $\frac{\text{т/га}}{\%}$		
	озимая пшеница	овес	пелюшка	озимая пшеница	овес	пелюшка
Тимофеевка N ₀	3,02	3,10	2,18	—	—	—
Клевер луговой	4,44	3,87	2,33	<u>1,42</u> 47	<u>0,77</u> 25	<u>0,15</u> 7
Люцерна пестрогибридная	4,88	4,20	2,61	<u>1,86</u> 62	<u>1,10</u> 36	<u>0,43</u> 20
Лядвенец рогатый	4,82	3,96	2,36	<u>1,80</u> 60	<u>0,86</u> 28	<u>0,18</u> 8
Козлятник восточный	4,85	4,18	2,38	<u>1,83</u> 61	<u>1,08</u> 35	<u>0,20</u> 9
Клевер луговой + люцерна пестрогибридная	4,63	4,00	2,02	<u>1,61</u> 53	<u>0,90</u> 29	<u>-0,16</u> -7
Клевер луговой + лядвенец рогатый	4,95	3,57	2,49	<u>1,93</u> 64	<u>0,47</u> 15	<u>0,31</u> 14
Клевер луговой + козлятник восточный	4,80	3,61	2,42	<u>1,78</u> 59	<u>0,51</u> 16	<u>0,24</u> 11
Клевер луговой + тимофеевка	3,58	3,64	3,53	<u>0,56</u> 18	<u>0,54</u> 17	<u>1,35</u> 62
Люцерна пестрогибридная + тимофеевка	4,10	3,86	3,73	<u>1,08</u> 36	<u>0,76</u> 24	<u>1,55</u> 71
Лядвенец рогатый + тимофеевка	3,44	3,61	3,02	<u>0,42</u> 14	<u>0,51</u> 16	<u>0,84</u> 38
Козлятник восточный + тимофеевка	3,66	3,36	2,21	<u>0,64</u> 21	<u>0,26</u> 8	<u>0,03</u> 1
Клевер луговой + люцерна пестрогибридная + тимофеевка	3,49	3,57	2,28	<u>0,47</u> 16	<u>0,47</u> 15	<u>0,10</u> 5
Клевер луговой + лядвенец рогатый + тимофеевка	3,58	3,54	2,54	<u>0,56</u> 18	<u>0,44</u> 14	<u>0,36</u> 16
Клевер луговой + козлятник восточный + тимофеевка	3,14	3,47	2,81	<u>0,12</u> 4	<u>0,37</u> 12	<u>0,63</u> 29
НСР _{0,05}	0,25	0,53	0,50	—	—	—

4,2 т/га. По бобовым предшественникам и тройным бобово-злаковым смесям величина ее в сравнении с естественным фоном возрастала до 2,8-3,5 т/га, или на 15-55% (табл. 5).

Установлено также, что общий за три года эффект от биологического

азота бобовых предшественников максимального уровня, равного 2,8-3,4 т/га, достигал в вариантах с люцерной, лядвенцем, козлятником, а также в смеси люцерны с тимофеевкой. По эффективности к ним приближались варианты смесей клевера

Таблица 5

Урожайность зерновых культур (т/га) и эффективность удобрений в зависимости от состава предшествующих многолетних трав (2007-2009)

Вариант	Культуры, дозы удобрений, кг/га						Сумма при- бавок, т/га		Общая при- бавка, т/га
	озимая пше- нца, N ₁₈₀ K ₁₅₀		овес N ₉₀ K ₁₅₀		пелюшка N ₆₀ K ₁₅₀		от N _{биол.}	от удо- брений	
	уро- жай- ность	при- бавка	уро- жай- ность	при- бавка	уро- жай- ность	при- бавка			
Тимофеевка	5,24	2,22	4,85	1,75	3,81	1,63	—	5,60	—
Клевер луговой	5,60	1,16	5,14	1,27	2,90	0,57	2,34	3,00	5,34
Люцерна пестрогибридная	5,78	0,90	5,54	1,34	3,38	0,77	3,39	3,01	6,40
Лядвенец рогатый	5,92	1,10	5,42	1,46	3,48	1,12	2,84	3,68	6,52
Козлятник восточный	6,12	1,27	5,54	1,36	2,76	0,38	3,11	3,01	6,12
Клевер луговой + люцерна пестрогибридная	5,68	1,05	5,44	1,44	3,61	1,59	1,82	4,08	6,43
Клевер луговой + лядвенец рогатый	5,68	0,73	4,96	1,39	4,28	1,79	1,86	3,91	6,62
Клевер луговой + козлятник восточный	6,16	1,36	5,29	1,68	3,54	1,12	2,53	4,16	6,69
Клевер луговой + тимофеевка	4,56	0,98	5,20	1,56	3,61	0,08	2,45	2,62	5,07
Люцерна пестрогибридная + тимофеевка	4,70	0,60	5,52	1,66	3,82	0,09	3,39	2,35	5,72
Лядвенец рогатый + тимофеевка	5,19	1,75	5,00	1,39	3,65	0,63	1,77	3,77	5,54
Козлятник восточный + тимофеевка	4,64	0,98	4,70	1,34	3,52	1,31	0,93	3,63	4,56
Клевер луговой + люцерна пестрогибридная + тимофеевка	5,02	1,53	4,90	1,33	3,54	1,26	1,04	4,12	5,16
Клевер луговой + лядвенец рогатый + тимофеевка	5,05	1,47	4,76	1,22	3,08	0,54	1,36	3,23	4,59
Клевер луговой + козлятник восточный + тимофеевка	4,96	1,82	4,46	0,99	2,95	0,14	1,12	2,95	4,69
НСР _{0,05}	0,11	—	0,12	—	0,12			—	

с тимофеевкой, клевера с козлятником, клевера в одновидовом посеве — 2,3~2,5 т/га. Применение удобрений способствовало существенному — в 1,7-2,6 раза повышению суммарного эффекта, который по лучшим предшественникам за три года составил 5,7~6,5 т/га и был сопоставим с урожайностью зерна удобренной озимой

пшеницы, выращиваемой по пласту бобовых трав (см. табл. 5).

Таким образом, сочетание биологического азота многолетних бобовых трав и бобово-злаковых травосмесей с азотом минеральных удобрений на изучаемой почве позволяет каждые три года получать дополнительно еще один урожай, сопоставимый по

величине с урожайностью удобренной озимой пшеницы.

Положительное влияние многолетних бобовых трав на плодородие почвы не ограничивается улучшением ее гумусного состояния. Интенсивная экссудация продуктов обмена веществ из надземных органов многолетних бобовых трав в почву через корневую систему обеспечивает перевод недоступных растений труднорастворимых почвенных фосфатов и остаточных фосфатов удобрений в формы, извлекаемые стандартными вытяжками, и соответственно повышение содержания подвижных фосфатов. В нашем опыте к концу травяного звена количество подвижного фосфора в вариантах с одновидовыми посевами бобовых трав и двойных их смесей с клевером увеличилось с 189 до 234 мг/кг или на 45 мг/кг (24%); в вариантах с бобово-злаковыми смесями — на 67 мг/кг, или на 35%. В зерновом звене севооборота эти фосфаты становились источником фосфорного питания растений. В результате потребления P_2O_5 на формирование урожая содержание подвижного фосфора в почве к концу ротации севооборота уменьшилось до 108-118 мг/кг в группе бобовых предшественников и до 126-135 мг/кг в группе бобово-злаковых. При этом почва перешла из групп с повышенным и высоким содержанием в группу со средней обеспеченностью подвижным фосфором, что свидетельствует о необходимости начала внесения фосфорных удобрений.

Без применения удобрений в травяном звене севооборота снижалось содержание подвижного калия в почве со 170 до 68-82 мг/кг. Ежегодное в течение трех лет внесение 150 кг/га K_2O совместно с азотом обеспечило небольшой рост количества K_2O в почве, в среднем до 85-118 мг/кг. Поэтому в дальнейшем для удовлетворения потребности растений в калии и предотвращения деградацион-

ных тенденций необходимо более существенное повышение доз калийных удобрений.

Выводы

1. Расширение видового разнообразия многолетних сеяных травостоев за счет введения в состав, наряду с клевером луговым и тимофеевкой, люцерны, лядвенца рогатого и козлятника восточного обеспечивает стабильное получение ежегодно в течение трех лет 7,5-8,5 т/га сухого вещества объемистых кормов при накоплении сырого протеина 3,5-3,8 т/га и обменной энергии 227-251 ГДж/га за три года, что соответствует требованиям высокопродуктивных животных.

2. Повышенная обеспеченность почвы фосфором и калием, слабокислая реакция почвенного раствора гарантируют высокую азотофиксирующую способность клевера лугового, люцерны, лядвенца рогатого, козлятника восточного и их смесей с клевером луговым на уровне 76-78%, 69-79 и 74-77% от общего выноса азота урожаями в среднем за три года при накоплении в урожае 400-600 кг/га биологического азота, в т.ч. в пожнивнокорневых остатках 26-31%.

3. Наличие в севообороте 67% бобовых культур, в т.ч. 50% многолетних трав расширенного видового состава обеспечивало сохранение содержания гумуса в почве на уровне, близком к исходному, а дополнительное внесение азотно-калийных удобрений в средних дозах повышало количество его на 0,1 абс. %.

4. Урожайность озимой пшеницы и овса по лучшим предшественникам без удобрений (пласт и оборот пласта одновидовых посевов и двойных смесей бобовых трав) достигала 4,5-5,0 и 3,6—4,2 т/га, пелюшки (на третий год после распашки двойных бобово-злаковых смесей) — 3,0-3,7 т/га и была соответственно на 47-64, 15-36 и 8-20% выше показателей после неудобренной тимофеевки. Дополнительное внесение удобрений повышало ее еще на 15-26, 32-46 и 2-20%, или до 5,6-6,2, 5,0-5,5

и 3,6-4,2 т/га соответственно по культурам.

5. Суммарная за три года прибавка урожайности зерновых культур от взаимодействия биологического азота

многолетних трав и минеральных удобрений по лучшим предшественникам достигала 5,7-6,5 т/га и была сопоставима с величиной урожайности удобренной озимой пшеницы.

Библиографический список

1. *Вавилов П.П.* Бобовые, азот и проблема белка / П.П. Вавилов, Г.С. Посыпанов // Вестн. с.-х. науки, 1978. №9. С. 44-56.
2. *Доспехов Б.А.* Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных. М.: Агропромиздат. 1985.
3. *Кшиникаткина А.Н.* Формирование высокопродуктивных агрофитоценозов новых кормовых культур в лесостепи Поволжья: Автореф. дис. док. с.-х. н. Кинель, 2000.
4. Методика опытов на сенокосах и пастбищах. М.: ВНИИК, 1971. Ч. 1.
5. *Моисеев А.А., Ахметов Ш.И.* Симбиотический азот и продуктивность земледелия в условиях южной лесостепи. Саранск: Изд-во Мордовского университета, 2008.
6. *Най П.Х., Тиннер П.В.* Движение растворов в системе почва - растение. М.: Колос, 1980.
7. *Посыпанов Г.С.* Проблемы экологии и растительного белка. М., 1996.
8. *Трепанев Е.П.* Агрохимические аспекты биологического азота в современном земледелии. М.: Агроконсалт, 1999.
9. *Трепанев Е.П., Алейникова Л.Д.* Влияние пожнивно-корневых остатков и неучтенного органического вещества люцерны и костра беззостого на плодородие почвы // Почвоведение, 1982. № 4. С. 120-127.
10. *Sauerbeck D.R., Johnen B.G.* Root formation and decomposition during plant growth soil // Org. matters stud., Vienna, 1977. V. 1.
11. *Tinker P.B., Stribley D.P., Snellgrove R.C.* The relationship between phosphorus concentration and growth plants infected with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi // Plant nutrition, 1982. V. 2.

Рецензент, — д. с.-х. н. И.Г. Платонов

SUMMARY

On the ground of long-term research results, carried out during permanent crop rotation field experiment, necessity of both considerable expansion of sown grassy agrophytocoenoses species diversity and differentiated mineral fertilizers use in non-black soil central and crop rotations, taking into account varietal characteristics of crops, has been justified in the article.

Key words: perennial leguminous grasses, biologic nitrogen, mineral fertilizers, grain crops, fertility, sod-podzol soil.

Кутровский Виктор Николаевич — д. с.-х. н. Тел. 591-83-91.

Эл. почта: priemnaya@nemchinowka.ru

Конончук Вадим Витальевич — д. с.-х. н. Тел. 591-87-34.

Эл. почта: vadimkononchuk@yandex.ru

Благовещенский Герман Викентьевич — д. с.-х. н. Тел. 591-87-34.

Штырхунув Виктор Дмитриевич — к. с.-х. н. Тел. 591-84-97.

Назарова Тамара Олеговна — к. с.-х. н. Тел. 591-87-34.

Тимошенко Сергей Михайлович — к. с.-х. н. Тел. 591-87-34.