

ВЛИЯНИЕ ДОЗ АЗОТА, КАЛИЯ И ФОСФОРА НА УРОЖАЙ И ПИТАТЕЛЬНОСТЬ СЕНА НОРМАЛЬНЫХ СУХОДОЛОВ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ

Увеличение в стране в течение 20 лет производства молока в три, а мяса почти в четыре раза потребует значительного роста поголовья скота, для которого должна быть создана прочная кормовая база. Выступая на совещании работников сельского хозяйства БССР 11 января 1962 г., тов. Мазуров указывал на необходимость серьезно заняться повышением продуктивности природных кормовых угодий. «Задача заключается в том, — говорил он, — чтобы в ближайшие годы все луга и пастбища превратить в высокоурожайные».

Естественные кормовые угодья Витебской области требуют всемерного их улучшения в целях повышения урожайности и улучшения питательности сена и пастбищной травы. Наукой луговодства установлено, что самым быстрым и мощным средством повышения урожайности и улучшения питательности луговой растительности является удобрение лугов. Одно ранневесеннее удобрение уже в тот же год увеличивает урожай сена в 2—2,5 раза (Ромашев, 1949; Иванов, 1953; Баранова, 1959).

Очень важным является вопрос, какие наименьшие количества удобрений обеспечат наилучшую питательность и урожай сенокосов и пастбищ.

В течение четырех лет нами изучалось влияние доз азота, калия и фосфора на урожай и питательность сена нормальных суходолов Витебской области, где этот тип лугов составляет около 70% всей площади. Суходольные луга разнообразны. Среди них имеются сплошные белосники, на которых одно удобрение не может быстро повысить урожайность и питательность корма. Наиболее широко распространены нормальные суходолы, в траво-

стое которых отсутствует белоус, но преобладают такие низовые злаки, как душистый колосок, полевица обыкновенная, трясунка средняя и разнообразное разнотравье. Высокоурожайные верховые многолетние злаки (тимOFFеевка луговая, овсяница луговая, ежа сборная) на этих лугах не всегда достигают цветения, но в травостое они часто составляют 15—20%. Такие луга быстро поддаются влиянию удобрений. На них в течение четырех лет проводился опыт по программе и схемам, разработанным Всесоюзным институтом кормов. Величина делянки 132 м², повторность четырехкратная. Удобрения (аммиачная селитра, калийная соль, суперфосфат) вносили в первую декаду после начала весеннего отрастания по весу. Урожай учитывался в период полного цветения луговых трав с делянки 100 м², которую перед этим выкашивали из 132 м². Сырую траву взвешивали сразу же после скашивания, одновременно набирали пробный сноп в 1 кг для высушивания и определения веса сена, ботанического и химического состава.

Дозы азота. Азот является важнейшей частью растительного организма. Без него не могут образоваться белковые вещества. Постоянным источником усвояемых форм азота для луговой растительности является органическое вещество почвы.

Почвы нормальных суходолов области бедны легкоусвояемыми формами азота. Азот атмосферы используется луговой растительностью очень мало из-за малого процента бобовых. В связи с этим реальным условием повышения урожайности является внесение азотных удобрений. Как влияет азот на урожай сена видно из данных табл. 1.

При анализе таблицы видно, что наибольший урожай получен в 1958 г. — среднем по осадкам. В 1959 г. он снизился в связи с уменьшением количества осадков в вегетационный период. В среднем за четыре года урожай сена нормальных суходолов повышался с увеличением доз азота. При этом азот в сравнении с вариантом без удобрения, т. е. на фоне калия и фосфора, обеспечивал больший урожай по сравнению с вариантом фон. Наибольшая прибавка урожая получена при внесении азота в дозе 200 кг/га. Это свидетельствует о большом недостатке азота на нормальных суходолах.

Для быстрого повышения урожайности нормальных

Таблица 1

Влияние доз азота на урожай сена нормальных суходолов

Варианты опыта	Урожай сена по годам, ц/га				Средний	Прибавка по сравнению			
	1956	1957	1958	1959		с вариантом без удобре- ния		с вариантом фон.	
						ц/га	%	ц/га	%
Без удобрения	15,0	19,59	25,20	14,70	18,64	0	100	—	—
Фон (K ₅₀ P ₃₀)	—	26,4	33,0	17,20	28,20	9,56	51,2	0	100
Фон +N ₅₀	21,10	37,37	49,5	41,10	37,26	18,62	100,0	9,06	32,0
Фон +N ₇₅	25,0	44,88	52,0	45,10	41,24	22,60	121,1	13,04	46,0
Фон +N ₁₀₀	27,30	44,56	60,50	50,40	45,69	27,05	134,3	17,49	62,0
Фон +N ₁₅₀	—	—	66,0	52,2	59,1	40,46	217	30,90	109,0
Фон +N ₂₀₀	—	—	50,8	74,0	62,4	43,76	234,7	34,2	121,2

суходолов Витебской области необходимо внесение полных минеральных удобрений. При применении полученных результатов в хозяйствах области нам важно было знать, какие же дозы азота будут давать наибольшую прибавку высокопитательного сена.

В наших опытах на 1 кг действующего начала аммиачной селитры был получен следующий урожай сена: при внесении азота в дозе 50 кг/га — 18,1 кг, 75 кг/га — 17,6 кг, 100 кг/га — 17,4 кг, 200 кг/га — 17,1 кг. Следовательно, азот в дозе 50 кг/га обеспечивал самую большую прибавку урожая в расчете на 1 кг действующего начала удобрения.

Однако для хозяйства важно не только какие прибавки урожая получают от разных доз удобрений, но также какова бывает питательность корма. Наиболее доступные методы оценки питательности кормов — ботанический и химический анализы. Данные группового ботанического анализа образцов сена с делянок, на которые вносили разные дозы азота, показали, что в начале опыта удобрения повысили содержание злаков по сравнению с вариантом без удобрения на 30—20%. При этом азот в дозе 50 кг/га обеспечивал наибольшее уве-

личение злаков, содержание бобовых и разнотравья уменьшилось.

В конце опыта на делянках, удобряемых аммиачной селитрой, сформировался злаковый травостой. По сравнению с вариантом без удобрения содержание злаков увеличилось на 20—46%. При этом тимофеевка луговая, которой в варианте без удобрения не было, в делянках с азотом составляла от 26,6 до 50% всех злаков.

Необходимо было определить, изменялось ли содержание протеина в сене при различных дозах азота. Определение химического состава сена показало, что азот в дозе 50 кг/га повышал содержание протеина в 1,25 раза по сравнению с вариантом без удобрения, в дозе 75 и 100 кг/га — в 1,5 раза, в дозе 200 кг/га — в два раза. С повышением доз азота содержание клетчатки в сене уменьшилось, хотя не так резко как увеличилось количество протеина.

Азотные удобрения значительно повысили питательность и переваримость сена. Исходя из этого, по данным химического состава сена было определено количество кормовых единиц на 1 га (табл. 2).

Таблица 2

Влияние доз азота на количество кормовых единиц в сене нормальных суходолов

Варианты опыта	Собрано кормовых единиц с 1 га	Прибавка по сравнению					
		с вариантом без удобрения			с вариантом фон		
		к.ед/га	%	к. ед. на 1 кг действующего на- чала удобрений	к.ед/га	%	к.ед. на 1 кг азота
Без удобрения . . .	1081	0	100				
Фон (K ₅₀ P ₃₀) . . .	1635	554	51,2	6,9	0	100	
Фон + N ₅₀ . . .	2161	1080	100	8,3	526	32,7	10,5
Фон + N ₇₅ . . .	2268	1187	109,8	7,7	633	39,3	8,4
Фон + N ₁₀₀ . . .	4112	3031	280,2	16,8	2377	145,3	23,7
Фон + N ₂₀₀ . . .	4118	3037	280,9	10,8	2873	145,1	11,8

Кормовая оценка сена показала, что азот в дозе 50 и 75 кг/га дает почти одинаковое количество кормовых единиц, так же как и азот в дозе 100 и 200 кг/га. Таким образом, сбор кормовых единиц с 1 га получается большим при внесении азота по фону $K_{50}P_{30}$. Наибольшее количество кормовых единиц получили при дозе N_{100} . Однако N_{50} имеет практическое значение при удобрении нормальных суходолов, потому что в этом случае азотные удобрения стоят в два раза дешевле.

Дозы калия. Калий увеличивает в растениях содержание углеводов, влияет на обмен азотистых веществ. Его много в зонах роста растений. При недостатке калия у злаков стебель бывает с короткими междоузлиями, кущение происходит не энергично, листья повисают, хотя растения обеспечены водой. В повышении урожайности многолетних злаков и бобовых калий имеет большое значение.

Количество калия в почвах весьма различное. Меньше всего его в торфяных и легких песчаных почвах. Почвы нормальных суходолов Витебской области в большинстве супесчаные, и калия во всех почвенных горизонтах содержится мало, около 3 мг на 100 г почвы.

Опыт по изучению доз калия проводился на фоне $N_{50}P_{30}$. Данные об урожае представлены в табл. 3. Ана-

Таблица 3

Влияние доз калия на урожай сена нормальных суходолов

Варианты опыта	Урожай по годам, ц/га					Прибавка по сравнению			
	1956	1957	1958	1959	Средний	с вариантом без удобрен.		с вариантом фон	
						ц/га	%	ц/га	%
Без удобрения	15,0	19,59	25,2	14,7	18,64	0	100	—	—
Фон ($N_{50} P_{30}$)	22,0	39,8	48,65	31,2	35,41	16,77	90,0	0	100
Фон + K_{20}	28,5	44,37	49,8	46,1	42,19	23,35	129,6	6,78	19,1
Фон + K_{40}	22,0	46,8	59,9	42,5	42,80	24,16	129,6	7,39	20,8
Фон + K_{60}	32,50	53,09	56,5	42,2	46,07	27,42	147,1	10,59	30,0
Фон + K_{80}	29,0	53,02	61,5	46,6	48,03	29,39	157,6	12,62	35,6
Фон + K_{100}	35,5	55,65	51,65	68,7	52,82	34,18	183,4	17,41	49,1

лиз данных таблицы показывает, что урожай сена изменяется по годам и по дозам калия. В варианте без удобрения низкие урожаи в первый и последний годы опыта. Это объясняется погодными условиями: в течение вегетационного периода (апрель, май, июнь, июль) 1957 и 1958 гг. осадков выпало 215—171 мм, в 1959 г. — только 132 мм. Удобрения снизили влияние погодных условий. По фону урожай сена был выше в среднем за четыре года на 90%.

Внесение различных доз калия на азотно-фосфорном фоне обеспечило прибавку урожая по сравнению с вариантом без удобрения. Сравнивая урожай сена в вариантах, видим, что его прибавка при внесении калия в дозах 20—40 кг/га почти одинакова (19,1—20,8%). Доза K_{60} обеспечивала прибавку в 1,5 раза большую, чем K_{40} , в дозе 100 кг/га калий давал прибавку в 2 раза большую по сравнению с дозой K_{40} .

При решении вопроса о дозах калия большое значение имеет не наибольший урожай, а экономическая эффективность. Из расчета прибавки сена на 1 кг действующего начала удобрения следует, что фон обеспечивает по сравнению с вариантом без удобрения прибавку 20,97 кг сена, K_{20} по сравнению с фоном — 33,9 кг, K_{40} — 18,47 кг, K_{60} , 80, 100 — соответственно 17,65, 15,73 и 17,41 кг.

Рассматривая влияние доз калия на урожай сена разных лугов и сенокосов, П. И. Ромашев приходит к выводу, что использование почвенного калия усиливается при внесении азотно-фосфорных удобрений. Чтобы более точно подойти к определению наиболее эффективных доз калия, мы провели определение ботанического и химического состава сена в вариантах с различными дозами калия.

Азотно-фосфорный фон способствовал увеличению группы злаков, которая к концу опыта достигла 74,7%. При этом 24% злаков составляла тимофеевка луговая. Калий на азотно-фосфорном фоне также вызвал увеличение группы злаков. Особенно это влияние отразилось на содержании в травостое тимофеевки луговой. В варианте K_{20} тимофеевки было 28,8%, K_{40} — 39,5, K_{60} — 47,5, K_{80} — 40,0, K_{100} — 36,0%. При этом дозы K_{60} и K_{80} обеспечили содержание бобовых (в нашем опыте клеверов) до 21,2 и 30,3%. П. И. Ромашев, рассматривая влияние

доз калия на травостой разных лугов, приходит к выводу, что при внесении азотно-фосфорных удобрений использование калия достигает 50—60%. Очевидно, этим и объясняется увеличение количества бобовых в этих вариантах.

Данные химического состава сена показали, что в сравнении с вариантом без удобрения фон и различные дозы калия повысили содержание протеина более чем в 1,5 раза и снизили содержание клетчатки.

Определение количества кормовых единиц на 1 га по данным химического состава сена в вариантах с внесением калия позволяет более конкретно выявить эффективность доз калия (табл. 4).

Таблица 4

Влияние доз калия на количество кормовых единиц в сене нормальных суходолов

Варианты опыта	Собрано кормовых единиц с 1 га	Прибавка по сравнению			
		с вариантом без удобрения		с вариантом фон	
		к. ед/га	к. ед. на 1 кг К ₂ O	к. ед/га	к. ед. на 1 кг К ₂ O
Без удобрения	1081	0	0	—	—
Фон (N ₅₀ P ₃₀)	2301	1220	15,2	0	0
Фон + K ₂₀	2573	1492	14,9	272	13,6
Фон + K ₄₀	2568	1487	12,8	267	6,6
Фон + K ₆₀	2672	1591	11,4	371	5,3
Фон + K ₈₀	2881	1800	11,4	581	7,2
Фон + K ₁₀₀	3169	2088	11,6	868	8,7

Учитывая, что нормальные суходолы Витебской области нуждаются в полных удобрениях, вполне правильно вопрос о дозах калия решать не по данным эффективности в сравнении с вариантом фон, а по сравнению с вариантом без удобрения. Из табл. 4 видно, что по сравнению с вариантом без удобрения наиболее эффективны дозы K₂₀ и K₄₀. На 1 кг действующего начала удобрений получено 14,9 и 12,8 к. ед. От дозы K₁₀₀ полу-

чено большее количество кормовых единиц и прибавка урожая (2088), однако на 1 кг действующего начала удобрения получено 11,6 к. ед.

Дозы фосфора. Фосфор является составной частью сложных белков, входящих в состав клеточного ядра. Общее содержание фосфора в растении составляет десятые доли процента. Запас фосфора в минеральных почвах довольно богатый, но растения усваивают незначительную часть. Многолетние луговые травы усваивают фосфора в два раза меньше, чем азота и калия. Изучение влияния доз фосфора на урожай проводилось на фоне $N_{50}K_{50}$ (табл. 5).

Таблица 5

Влияние доз фосфора на урожай сена нормальных суходолов

Варианты опыта	Урожай сена по годам, ц/га				Средний	Прибавка по сравнению			
	1956	1957	1958	1959		с вариантом без удобрения		с вариантом фон	
						ц/га	%	ц/га	%
Без удобрения	15,0	19,59	25,2	14,7	18,64	0	100	—	—
Фон ($N_{50}K_{50}$)	30,0	38,96	39,2	36,2	38,09	19,45	104,5	0	100
Фон + P_{20} . .	23,0	43,76	52,0	49,8	42,14	23,50	126,7	4,05	10,6
Фон + P_{30} . .	31,5	46,93	54,0	31,7	41,00	22,46	120,5	2,91	7,6
Фон + P_{40} . .	35,0	35,96	54,3	34,4	39,9	21,26	114,0	1,81	4,4
Фон + P_{50} . .	34,0	39,82	52,8	40,1	41,7	23,06	123,7	3,61	9,4
Фон + P_{60} . .	35,5	36,82	53,35	47,9	43,3	24,66	132,3	5,21	13,6

Азотно-калийный фон обеспечил средний урожай за четыре года 38,09 ц/га сена, что составило 104,5% по сравнению с вариантом без удобрения. По сравнению с вариантом фон дозы фосфора дали небольшие прибавки урожая. Из этого следует, что нормальные суходолы Витебской области в первую очередь испытывают недостаток азота и калия. От этих удобрений в основном зависит высокий урожай сена, что нами было отмечено в 1955 г.

П. И. Ромашев отмечает, что при внесении азотно-калийного удобрения использование фосфатов увеличи-

вается, а при совместном внесении фосфорных удобрений с азотными и калийными коэффициент их использования возрастает. Это приводит к тому, что при внесении фосфора в дозах 60 и 80 кг/га образуется недостаток в азоте и калии. В связи с этим более высокие дозы фосфора вызывают небольшое повышение урожая. Это подтверждают и наши данные.

По сравнению с вариантом фон различные дозы фосфора в расчете на 1 кг действующего начала удобрения дали следующие прибавки урожая сена: P_{20} —20,25 кг, P_{30} —9,7, P_{40} —4,52, P_{50} —7,22, P_{60} —8,68 кг. Следовательно, наиболее эффективной на нормальных суходолах Витебской области является доза P_{20} .

На азотно-калийном фоне фосфорные удобрения способствовали превращению разнотравно-душистоколоскового травостоя почти в чисто злаковый. Содержание тимофеевки луговой в варианте P_{20} было 33%, в варианте P_{50} —40,0, в варианте P_{60} —65%.

Необходимо отметить, что во всех вариантах опытов по внесению азота, калия и фосфора тимофеевка луговая как злак природного травостоя энергичнее овсяницы луговой и мятлика лугового использовала эти удобрения. Она мощно кустилась, вышла в верхний ярус и цвела. При сенокосном использовании к четвертому году действия минеральных удобрений мелкотравная разнотравно-душистоколосковая ассоциация нормальных суходолов превратилась в разнотравно-timoфеечную.

Различные дозы фосфора не вызывали резкого изменения в химическом составе сена, как это было в опытах с азотом и калием. Однако фосфорные удобрения повышали содержание фосфора в растениях и этим улучшали биологическую ценность кормов. При незначительном содержании в растениях кальция усвояемость фосфорных соединений в кормах снижается. Лучшим считается соотношение кальция и фосфора 2,5 : 1. При высоких урожаях оно может достигать до 2 : 1 и даже менее. В большинстве вариантов наших данных по химическому составу сена соотношение кальция и фосфора близко к оптимальному.

Данные о количестве кормовых единиц в сене при разных дозах фосфора приведены в табл. 6. Из этой таблицы видно, что фон обеспечивает прибавку сбора

Таблица 6

Влияние доз фосфора на количество кормовых единиц в сене нормальных суходолов

Варианты опыта	Собрано кормовых единиц с 1 га	Прибавка по сравнению					
		с вариантом без удобрения			с вариантом фон		
		к. ед./га	%	к. ед. на 1 кг действующего начала удобрения	к. ед./га	%	к. ед. на 1 кг P ₂ O ₅
Без удобрения	1081	0	100				
Фон (N ₅₀ K ₅₀)	2171	1091	100	10,9	0	100	
Фон + P ₂₀	2275	1194	110,2	9,8	104	4,7	5,2
Фон + P ₃₀	2419	1338	123,8	10,4	248	11,4	8,5
Фон + P ₄₀	2234	1151	106,4	8,2	63	2,9	1,5
Фон + P ₅₀	2710	1629	150,6	10,8	540	24,8	10,5
Фон + P ₆₀	2598	1507	139,4	9,4	427	19,6	7,4

кормовых единиц по сравнению с вариантом без удобрения на 100%, а по сравнению с фоном: P₂₀ — на 4,7, P₃₀ — на 11,4, P₅₀ — на 24,8 и P₆₀ — на 19,6%. Таким образом, наибольший сбор кормовых единиц с 1 га давала доза P₅₀, несколько меньший — P₆₀.

В связи с этим решение вопроса о наиболее эффективных дозах фосфора для удобрения нормальных суходолов может пойти по двум направлениям: при недостатке удобрений хорошие урожаи и сбор кормовых единиц можно получить при внесении фосфорных удобрений в дозе 20 и 30 кг/га; для получения большего количества кормовых единиц можно применять фосфор в дозе 50 и 60 кг/га.

ВЫВОДЫ

1. Нормальные суходолы Витебской области нуждаются в полных минеральных удобрениях.

2. Удобрения нормальных суходолов влияют на уве-

личение урожая сена, изменяют ботанический состав травостоя и химический состав зеленой массы.

3. Под влиянием ежегодно вносимых полных минеральных удобрений при использовании суходолов под сенокос разнотравно-душистоколосковая ассоциация в течение четырех лет превращается в разнотравно-тимофеевную без подсева тимофеевки.

4. Для получения наибольшего эффекта необходимо применять азотные удобрения в дозе 100 кг/га на калийно-фосфорном фоне. Это дает на 1 кг действующего начала удобрения 23,7 к. ед. При недостатке азотных удобрений вполне эффективна доза N_{50} также на калийно-фосфорном фоне (на 1 кг азота 10,5 к. ед.).

5. Наиболее эффективными на азотно-фосфорном фоне оказались калий в дозах 20 и 40 кг/га. Они обеспечили получение на 1 кг действующего начала удобрения 14,9 и 12,8 к. ед.

6. Нормальные суходолы Витебской области в первую очередь испытывают недостаток азота и калия. Эти удобрения по сравнению с вариантом без удобрения обеспечили прибавку сена 19,45 ц/га, или 104%.

7. Фосфор в сочетании с азотно-калийным фоном улучшает питательность сена. Исходя из количества кормовых единиц, получаемых в расчете на 1 кг действующего начала фосфорного удобрения, можно рекомендовать для удобрения нормальных суходолов фосфор в дозах 20, 30 и 50 кг/га.

ЛИТЕРАТУРА

Баранова М. Е. 1959. Мацерыковыя лугі і эфектыўнасць іх паляпшэння. Мінск, Белдзяржвыд.

Иванов Д. А. 1953. Луга и пастбища. М., Сельхозгиз.

Ромашев П. И. 1949. Удобрение лугов и пастбищ. М., Сельхозгиз.