

УДК 633.2.03:631.55.034:631.811

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТРАВ ПРИ ИНТЕНСИВНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЛУГОВ И ПАСТБИЩ И ВНЕСЕНИИ ПОВЫШЕННЫХ НОРМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Н. Г. АНДРЕЕВ, Н. Н. ЛАЗАРЕВ, Л. П. НИКОЛЬСКАЯ

(Кафедра луговодства)

На долголетних лугах изучалось влияние повышенных норм минеральных удобрений, способов использования травостоев и режимов орошения на биохимический состав злаковых трав. Установлено как положительное, так и отрицательное действие высоких норм азота на качественный состав корма.

В многочисленных исследованиях, проведенных на сенокосах и пастбищах, установлено, что азотные удобрения увеличивают в злаковых травах содержание сырого протеина, нитратов, сырого жира и снижают количество сахаров и сырой клетчатки [1, 4, 6, 8]. При этом минеральный состав злаковых трав под влиянием азота, в различных опытах изменялся неоднозначно. Так, в одних опытах отмечалось увеличение содержания кальция [8, 12], магния [16] и калия [7]. В других, наоборот, количество кальция [4, 7] и калия [8] снижалось. Имеются также данные, указывающие на незначительные изменения содержания этих элементов при внесении азота [2, 6]. В исследованиях [13] установлено, что концентрация фосфора в травах в большей степени зависит от фосфорных, чем других видов удобрений.

Действие удобрений зависит от обеспеченности почвы элементами питания [12]. Если содержание подвижных соединений P, K, Ca, Mg в почве высокое, то, увеличивая урожайность, азотные удобрения повышают и концентрацию этих элементов в корме. Если же в почве недостает этих элементов, то за счет ростового разбавления концентрация их в травах при внесении азотных удобрений снижается [12]. Однако есть мнение, что содержание Ca, Mg и Na часто в большей степени зависит от удобрений, чем от типа почвы [11].

Поступление элементов в растения зависит от взаимоотношений ионов в питательном растворе. Например, внесение азота в нитратной форме усиливает поступление магния в растения. Чем кислее питательный раствор, тем хуже поступление магния [10]. В то же время имеются данные, что содержание Mg в растениях выше на почвах с низким значением рН, очевидно, из-за снижения антагонистического действия Ca [11]. Калийное удобрение снижает усвоение Mg, Mn и Na, фосфорное — Mn и Cu, а азотное — Cu [5]. Но явления антагонизма и синер-

гизма наблюдаются лишь при определенном соотношении ионов [10]. Это соотношение сильно изменяется в почвах орошаемых лугов, поскольку высокие нормы удобрений применяют здесь в течение длительного срока и без заделки в почву.

При долготлетнем использовании сенокосов и пастбищ изменяются не только агрохимические показатели почвы, но и ботанический состав травостоев. Анализ в многолетних опытах взаимосвязи между химическим составом трав, агрохимическими показателями почвы и ботаническим составом травостоев позволит разработать системы удобрения кормовых угодий, обеспечивающие их высокую продуктивность и получение кормов высокого качества.

Методика

Исследования выполнены в двух хозяйствах Московской области. Полевой опыт I заложен в 1975 г. в колхозе «Борец» Раменского района на злаковом травостое 9-го года жизни. При пастбищном (4—5 стравливаний), сенокосно-пастбищном (1 укос и 2 стравливания) и сенокосом (2 укоса) режимах использования изучали 5 вариантов удобрения: 1 — без удобрений (контроль); 2 — 90P120K (фон); 3 — фон+120N; 4 — фон+240N; 5 — фон+360N.

Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная. Обеспеченность почвы фосфором, калием, магнием, марганцем — средняя, медью — высокая. Кислотность почвы близкая к нейтральной ($pH_{\text{СОЛ}} 6,0$).

Азотные удобрения при сенокосном и сенокосно-пастбищном использовании вносили равными дозами под каждое отчуждение, а на пастбище — весной, после 1, 2 и 3-го стравливания; фосфорные удобрения применяли в один прием весной, калийные — дважды за сезон (по 60 кг/га весной, а также после 1 укоса на сенокосе и 2-го отчуждения на пастбище и при сенокосно-пастбищном использовании). Орошение проводили при снижении влажности почвы до 70 % НВ дождевальной установкой ДДН-70.

В вариантах с внесением азотных удобрений в травостое 91,5—99,2 % занимали злаковые травы, причем при пастбищном и сенокосно-пастбищном режимах использования доминировали ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.) и пырей ползучий (*Agropyron repens* (L.) Beauv.), а при сенокосном — пырей ползучий и кострец безостый (*Bromopsis inermis* Four.). На делянках без внесения азота, кроме злаковых трав, в сложении фитоценоза принимали участие разнотравье (6,1—17,2 %) и бобовые травы (1,7—6,5 %). Площадь опытной делянки 100 м² (25×4), варианты размещены рендо-

мизированно в 4-кратной повторности.

Опыт II заложен в 1971 г. в совхозе «Путь к коммунизму» Химкинского района. Исследования выполняли в 1979—1981 гг. в условиях естественного увлажнения, а также при поддержании влажности почвы с помощью орошения на уровне не ниже 70 и 85 % НВ (дождевальная установка КДУ-55М). Изучали 4 варианта удобрения: 1 — без удобрений (контроль); 2 — 120N90P90K; 3 — 240N180P180K; 4 — 360N270P270K. В ботаническом составе травостоя преобладали ежа сборная и овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds.).

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая. При закладке опыта в пахотном слое почвы содержалось 1,5 мг P₂O₅ (по Кирсанову) и 7,2 мг K₂O на 100 г почвы (по Масловой), 2,45 % гумуса, 0,23 % общего азота, $pH_{\text{СОЛ}} 4,6$.

Площадь опытной делянки 100 м² (20X5). Защитная полоса между режимами увлажнения 10 м. Повторность опыта 4-кратная, размещение вариантов рендомизированное.

Азотные удобрения (аммиачную селитру) вносили равными дозами весной и после 1—4-го стравливания; фосфорные (двойной суперфосфат) — 50 % осенью и 50 % весной; калийные (хлористый калий) — 50 % осенью и остальные 50 % равными долями весной и после 1—4-го стравливания.

Химический состав трав определяли следующими методами: азот — по Кьельдалю, аминокислоты — на аминокислотном анализаторе, клетчатку — по Ганнебергу и Штоману, сахара — по Бертрану, сырой жир — методом обезжиренного остатка, нитраты — потенциометрически, фосфор — ванадо-монлибдатным методом, Mg и Ca — трилонометрическим методом, K и Na — на пламенном фотометре, Zn, Cu, Mn — атомно-абсорбционным методом.

Результаты

В опыте I злаковые травы, стравливаемые в фазу кушения, содержали достаточное для животных количество протеина (13,5—16,3 %) и без внесения азотных удобрений (табл. 1, 2). Применение азота увеличивало содержание протеина до 16,4—26,6 %, причем в вариантах с 240N и 360N он накапливался в избыточном количестве.

Большое значение в луговодстве придается накоплению в травах нитратов, избыточное содержание которых может привести к снижению продуктивности или даже отравлению животных. Потенциально токсичными уровнями нитратов в кормах считается 0,07—0,2 % N—NO₃ (0,31—0,90 % NO₃) к сухому веществу [2, 6, 12]. В наших исследованиях наи-

**Химический состав злаковых трав (% к сухой массе)
в зависимости от удобрения в опыте I. В среднем за 1983—1984 гг.**

Вариант Удобрения	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Сырой жир	Сахара	P	Ca	K	Mg	NO ₃
Пастбищное использование									
1 — Без удобрений (контроль)	14,5	25,9	4,13	9,27	0,36	0,52	2,02	0,16	0,06
2 — 90P120K (фон)	14,3	25,9	4,13	9,88	0,41	0,48	2,38	0,13	0,07
3 — фон + 120N	19,9	24,6	4,31	8,89	0,40	0,56	2,58	0,17	0,22
4 — (фон + 240N	22,9	24,1	4,75	7,12	0,38	0,53	2,26	0,17	0,31
5 — фон + 360N	26,0	22,8	4,84	6,86	0,38	0,52	2,18	0,17	0,52
Сенокосно-пастбищное использование									
1 — без удобрений (контроль)	12,0	28,9	3,50	8,70	0,30	0,48	1,99	0,14	0,05
2 — 90P120K (фон)	12,1	30,4	3,94	8,22	0,33	0,46	2,34	0,12	0,06
3 — фон + 120N	17,2	28,5	4,06	7,02	0,33	0,46	2,17	0,14	0,18
4 — фон + 240N	20,2	27,1	4,43	5,90	0,35	0,42	1,86	0,16	0,47
5 — фон + 360N	21,9	26,3	4,42	5,54	0,34	0,44	1,87	0,18	0,57
Сенокосное использование									
1 — без удобрений (контроль)	10,9	32,2	3,79	7,84	0,29	0,46	2,01	0,13	0,05
2 — 90P120K (фон)	10,7	33,2	3,74	7,81	0,30	0,37	2,27	0,12	0,06
3 — фон + 120N	14,4	32,0	3,75	6,90	0,31	0,45	2,23	0,13	0,31
4 — фон + 240N	17,6	30,2	4,18	6,04	0,31	0,45	2,22	0,15	0,63
5 — фон + 360N	17,9	30,3	4,11	6,32	0,30	0,44	2,08	0,13	0,73

меньшее количество нитратов (0,06—0,52 %) накапливалось при пастбищном использовании, поскольку здесь азот вносили дробно небольшими дозами. На сенокосе применение под каждый укос по 120N и 180N оказалось неоправданным, так так приводило к резкому возрастанию содержания нитратов в корме. Кроме того, в этих случаях отмечалось сильное полегание травостоев, что увеличивало потери корма из-за загнивания трав и неполного их скашивания. Следует также иметь в виду, что старовозрастной травостой формирует урожай не более 77 ц сухой массы с 1 га и уступает молодым травостоям по продуктивности, поэтому он менее эффективно использует азотные удобрения и часть азота накапливает в форме нитратов.

В пределах каждого режима использования между содержанием в травах сырого протеина и нитратов установлена сильная корреляционная зависимость ($r = 0,97+0,99$). Однако по всем режимам использования эта зависимость значительно слабее.

Резкому увеличению количества нитратов в вариантах с внесением 240N и 360N при сенокосно-пастбищном и сенокосном режимах использования способствовало снижение рН почвы. За 10 лет этот показатель с 6,0 упал до 4,6—5,4, что ухудшило условия для развития лугопастбищных трав; поглощаемый растениями азот не расходовался для роста вегетативной массы, а накапливался в нитратной форме. Внесение 360N на старовозрастном травостое (17—18-го годов жизни) оказалось неэффективным, так как не давало существенной прибавки урожая по сравнению с меньшей нормой удобрений и приводило к ухудшению качества корма.

Повышение уровня протеина и нитратов связано также со значительным участием в травостое пырея ползучего, который характеризуется невысокой урожайностью и не способен эффективно утилизировать высокие нормы азота. Вот почему при сильном засорении сеяных фитоценозов дикорастущими травами нормы азотных удобрений необходимо снижать.

Сырой протеин на 71—80 % состоит из белков. Для молочных коров

Т а б л и ц а 2

Химический состав трав злакового пастбища (% к сухой массе) по циклам с травливания в опыте I. В среднем за 1975—1980 гг.

Вариант удобрения	1	2	3	4	5	Среднее
Сырая клетчатка						
1	22,7	25,8	25,9	26,6	26,5	25,3
2	23,0	25,6	26,5	24,6	26,2	25,3
3	23,6	24,4	24,5	25,1	25,6	24,5
4	22,7	22,9	24,5	24,0	21,9	23,3
5	21,1	22,9	23,8	23,2	23,5	22,8
Сырой протеин						
Г	16,2	14,4	14,7	16,0	13,5	15,1
2	16,3	15,2	14,8	15,3	15,1	15,4
3	21,3	18,5	16,4	20,8	17,8	19,1
4	22,9	22,3	20,5	22,4	22,8	22,1
5	26,6	24,3	22,4	23,2	22,0	24,0
Фосфор						
1	0,35	0,41	0,41	0,52	0,50	0,44
2	0,40	0,46	0,44	0,55	0,44	0,46
3	0,45	0,46	0,45	0,50	0,46	0,46
4	0,47	0,50	0,47	0,52	0,41	0,47
5	0,48	0,50	0,48	0,45	0,35	0,45
Кальций						
1	0,49	0,47	0,59	0,56	0,59	0,53
2	0,43	0,48	0,64	0,49	0,52	0,50
3	0,45	0,42	0,41	0,47	0,51	0,44
4	0,44	0,42	0,46	0,49	0,53	0,46
5	0,46	0,51	0,52	0,55	0,60	0,52
Магний						
1	0,13	0,15	0,18	0,19	0,18	0,16
2	0,12	0,14	0,16	0,14	0,20	0,15
3	0,11	0,18	0,20	0,21	0,18	0,17
4	0,13	0,19	0,19	0,23	0,18	0,18
5	0,17	0,21	0,21	0,24	0,19	0,20
Калий						
1	2,32	2,39	2,46	2,36	2,27	2,37
2	2,60	2,65	2,88	2,68	2,55	2,67
3	2,70	2,54	2,63	2,55	2,71	2,61
4	2,68	2,58	2,69	2,50	2,42	2,59
5	2,51	2,45	2,70	2,84	2,48	2,60

Т а б л и ц а 3

Содержание аминокислот в злаковых травах (г/кг сухой массы) в зависимости от разовой дозы азотных удобрений. Опыт I

Аминокислота	40N	80N	120N
Лизин	7,0	7,3	7,5
Гистидин	3,1	3,3	3,5
Аргинин	10,1	10,3	10,7
Аспарагиновая	16,2	16,4	22,0
Треонин	7,4	7,4	10,0
Серин	6,6	6,7	9,5
Глутаминовая	13,1	20,5	26,3
Пролин	9,3	9,1	11,2
Глицин	8,7	8,7	11,5
Аланин	10,6	10,7	13,8
Валин	8,4	8,4	10,8
Метионин	1,4	1,3	2,9
Изолейцин	6,8	6,9	8,2
Лейцин	12,4	12,4	16,8
Тирозин	4,4	4,3	6,2
Фенилаланин	9,0	8,9	10,8
Сумма незаменимых аминокислот	65,6	66,2	81,2
Сумма заменимых и незаменимых аминокислот	134,5	142,6	181,7

аминокислотный состав белков не имеет такого большого значения, как для животных с однокамерным желудком и птицы, поэтому содержание аминокислот определяли не в пастбищном корме, а в образцах трав, отобранных в фазу выхода в трубку при сенокосно-пастбищном использовании. Это позволило оценить качество злаковых трав как сырья для заготовки искусственно обезвоженных кормов, которые используются в кормлении не только жвачных животных.

При интенсивном азотном удобрении и раннем скашивании злаковые травы по содержанию аминокислот приближались к бобовым. Увеличение разовой дозы азота с 40N до 80N приводило к незначительному возрастанию количества аминокислот. При дальнейшем повышении дозы азотных удобрений до 120N содержание аминокислот увеличилось более заметно — со 142,6 (80N) до 181,7 г на 1 кг сухой массы (табл. 3). Причем наиболее заметно повышалось содержание метионина, тирозина, серина, лейцина и треонина. Следует отметить, что по мере повышения доз азота доля незаменимых аминокислот возрастала в меньшей степени, чем доля заменимых аминокислот.

Внесение азота приводило к снижению количества сахаров в многолетних травах (табл. 1) и сахаропротеинового отношения до 0,4—0,6 (при норме 0,8—1,5). Невысокий уровень содержания углеводов (5,54—9,88 %) обусловлен также тем, что ежа сборная, преобладающая в травостое, накапливает мало этих веществ [1]. Недостаток сахаров в рационах молочных коров, выпасаемых на интенсивно удобряемых паст-

бицах, необходимо восполнять дачей животным кормов, богатых легкоусвояемыми углеводами. В колхозе «Борец» в летний период каждая корова в дополнение к пастбищной траве ежедневно получает по 1,5 кг патоки.

Содержание сырой клетчатки в траве пастбищ изменялось от 21,1 до 26,6 % (табл. 2), что соответствует зоотехническим нормам кормления животных. По циклам стравливания количество сырой клетчатки в травах варьировало незначительно. По мере возрастания норм азотных удобрений этот показатель снижался в среднем с 24,6 до 22,8 %. В старовозрастном травостое при сенокосном использовании преобладали хорошо облиственные вегетативные удлиненные побеги, поэтому содержание клетчатки в травах как I, так и II укосов было невысоким, что позволяет получать из них высококачественное сено.

По содержанию сырого жира пастбищный корм удовлетворял потребности животных. Азотные удобрения положительно влияли на накопление сырого жира, и его количество возрастало с 4,13 до 4,84 %.

Азотные удобрения способствовали повышению энергетической питательности трав. При внесении 240N содержание обменной энергии в 1 кг сухой массы пастбищного корма возрастало с 10,1 (фон — 90P120K) до 10,4 МДж, а кормовых единиц — с 0,87 до 0,91. При отчуждении трав в фазу сенокосной спелости эти показатели были ниже, чем в фазу пастбищной спелости, на 19,1—28,9 %.

При высокой питательности пастбищного корма из-за большой оводненности трав не всегда обеспечивается высокая продуктивность животных. В среднем за все годы исследований при внесении азотных удобрений в зеленую массу пастбищных трав содержалось 19,3—20,5 % сухого вещества. Иногда в дождливые периоды оно снижалось до 13,0—15,8 %. При высокой влажности трав коровы не получали достаточного количества сухого вещества, чтобы обеспечить удои 16—17 кг молока, поэтому при большой оводненности трав животных было необходимо подкармливать сухими кормами (травяными гранулами или сеном). При уборке трав в фазу сенокосной спелости в вариантах с внесением азотных удобрений содержание сухого вещества составляло 26,7—27,8 %. Травы с такой влажностью можно достаточно быстро высушить и приготовить высококачественное сено.

Недостаток магния в пастбищном корме (менее 0,2 % на сухое вещество) приводит к заболеванию животных пастбищной тетанией (гипомагнизией) [2, 9]. Дефицит этого элемента наиболее часто отмечается в весенний период. В среднем за 1975—1980 гг. содержание магния в траве 1-го цикла стравливания было пониженным — до 0,11 % (табл. 2), а в первые годы проведения эксперимента — до 0,05 %. Поступление магния весной замедляется вследствие прохладной погоды [14], а также из-за антагонистического действия калия, который вносится весной с минеральными удобрениями.

Нарушение обмена веществ в организме животных часто возникает из-за неправильного соотношения в рационе одно- и двухвалентных катионов. Вероятность заболевания тетанией увеличивается, если отношение $K: (Ca + Mg)$ в г•экв больше 2,2 [3]. Лишь в 1975—1977 гг. при внесении азотных удобрений это соотношение превышало этот уровень и достигало 2,8—3,2. В последующие годы происходило обеднение почвы обменным калием, поскольку вынос его с урожаем значительно превосходил поступление с минеральными удобрениями. Это отразилось на химическом составе трав: снизилось накопление калия и увеличилось — кальция и магния, поэтому на 9—10-й годы проведения опыта указанное отношение не превышало 1,3—1,8.

Некоторые исследователи [15] связывают возникновение тетании также с избытком азота и недостатком углеводов, что препятствует усвоению магния организмом животных. Если отношение азота к водорастворимым углеводам больше 0,3, то возможность заболевания увеличивается. В условиях опыта благоприятное соотношение между азотом и сахарами наблюдалось лишь в вариантах без внесения азотных удоб-

рений. При их применении это соотношение повышалось до 0,36—0,61.

Максимальное содержание магния (0,21—0,24 %) при использовании азотных удобрений отмечалось в травах 4-го цикла стравливания. Азот стимулировал поглощение магния растениями. Под его влиянием изменялось соотношение между калием и магнием в почве. А чем выше норма азота, тем больше вынос калия с урожаем и тем быстрее почва обедняется обменным калием, что и создает благоприятные условия для поглощения травами магния. Антагонистическое действие калия наиболее полно проявлялось в варианте с внесением фосфорно-калийных удобрений. Несмотря на то что в травостое до 11,2 % занимало разнотравье и до 6,5 % — клевер ползучий (*Trifolium pratense* L.), характеризующиеся повышенным накоплением магния, в целом корм содержал на 8,3—23,1 % меньше этого элемента, чем в контрольном варианте.

По мере прохождения фаз развития содержание магния в травах снижалось. При пастбищном использовании травы накапливали на 14,3 % больше магния, чем при сенокосно-пастбищном и сенокосном. Внесение магниевых удобрений в норме 60 кг д. в. на 1 га способствовало повышению содержания магния в корме на 11,9—15,4 %, но весовой концентрация этого элемента была ниже оптимального уровня. Использование магниевых удобрений не оказало влияния на продуктивность травостоев. По нашему мнению, наиболее целесообразно восполнять дефицит магния за счет введения в рационы животных минеральных подкормок. Магниевые удобрения, возможно, дадут более высокий эффект на песчаных почвах с низкой обеспеченностью магнием. На почвах пастбищ, лучше обеспеченных этим элементом, магниесодержащие удобрения целесообразно применять при известковании.

При пастыбе молочных коров на злаковых пастбищах очень важным является контроль за содержанием в рационе животных кальция, поскольку злаковые обычно содержат в 2—2,5 раза меньше этого элемента, чем бобовые травы. Считается достаточным, если в сухой массе пастбищной травы содержится 0,50—0,75 % кальция [2]. В условиях опыта при внесении приемлемых норм азота (120N и 240N) корм удовлетворял потребности животных в кальции лишь в 5-м цикле стравливания, а в травах других циклов содержание его составило всего 0,41—0,49 %.

В среднем за 1975—1980 гг. при пастбищном использовании максимальное количество кальция (0,53 %) накапливалось в травах контрольного варианта. Внесение одних фосфорно-калийных удобрений несколько снижало его концентрацию в растениях, в случае применения 120N на фоне РК содержание этого элемента было минимальным. Затем по мере повышения норм азота со 120 до 360 кг/га поступление кальция в растения увеличивалось до 0,52 % и приближалось к уровню контрольного варианта. Аналогичные изменения отмечались при сенокосно-пастбищном и сенокосном режимах использования и были обусловлены в основном изменением соотношения в почве калия и кальция. В тех вариантах, где содержание обменного калия значительно снижалось, растения больше накапливали кальция, поскольку ослаблялось антагонистическое действие калия. Обеспеченность корма кальцием зависела также от участия в ботаническом составе травостоев кальциефильных растений — одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.) и клевера ползучего, доля участия которых в травостое была больше в 1—3-м вариантах.

После 10 лет применения удобрений в 4—5-м вариантах количество обменного кальция в почве уменьшилось на 0,90—0,97 мг•экв на 100 г почвы, поэтому в кормах, получаемых в последние 2 года (1983—1984), при внесении 240N и 360N содержалось меньше кальция, чем при умеренной норме азота 120N.

Содержание калия в растениях зависело от нормы азота и обеспеченности почвы обменным калием. В первые годы исследований (1975—1977) при одинаковой обеспеченности почвы калием в различных вариантах концентрация калия в травах по мере увеличения норм азотных

Содержание натрия (г/кг) и микроэлементов (мг/кг сухой массы) в траве старовозрастного пастбища и сенокоса (в среднем за 1983—1984 гг.)

Вариант удобрения	Na	Cu	Zn	Mn
Пастбищное использование				
1	0,27	6,4	19,9	112,6
2	0,28	6,2	19,5	114,6
3	0,27	5,6	21,1	123,7
4	0,30	5,3	21,8	139,2
5	0,33	5,8	24,2	161,0
Сенокосно-пастбищное использование				
1	0,25	5,1	19,2	101,3
2	0,27	5,4	17,6	114,3
3	0,29	5,7	23,9	120,0
4	0,29	7,8	20,7	136,5
5	0,26	7,0	23,2	154,8
Сенокосное использование				
1	0,24	7,9	20,0	111,0
2	0,21	5,2	18,3	135,0
3	0,23	7,1	17,2	87,4
4	0,24	5,6	21,5	116,4
5	0,26	4,9	20,4	145,6

удобрений возрастала. В 1983—1984 гг. наблюдалась обратная тенденция, так как при внесении 240N и 360N содержание калия в почве значительно снижалось. В среднем же за весь период исследований (1975—1984 гг.) варианты с применением азотных удобрений мало различались по содержанию калия в корме. Превышение допустимого для животных уровня содержания калия в корме отмечалось только в варианте 90P120K, поскольку здесь наблюдался положительный баланс этого элемента и происходило накопление его в почве.

Содержание фосфора мало изменялось под действием азотных удобрений. При пастбищном использовании его концентрация в корме 0,45—0,47 % соответствовала норме. Минимальное накопление фосфора в травах отмечалось в контрольном варианте, где удобрения не вносили. Изменение флористического состава травостоев по вариантам опыта не могло оказать существенного влияния на концентрацию фосфора, так как виды, входящие в состав данных фитоценозов, незначительно различались по способности аккумулировать этот элемент. Значительных колебаний содержания фосфора по годам и циклам стравливания не отмечено.

Анализ данных, полученных в 1975—1980 гг., показал, что между нормами азота и содержанием в корме сырого протеина, сырой клетчатки и магния существуют сильные корреляционные зависимости (г соответственно равны 0,99, —0,99 и 0,97). Связи между содержанием кальция, фосфора и калия и нормами азотных удобрений были слабыми (г равны 0,10—0,27).

В 1 кг сухой массы трав содержалось 0,21—0,33 г натрия (табл. 4). При внесении 240N и 360N в корме накапливалось больше натрия, чем в вариантах с одними фосфорно-калийными удобрениями. Пастбищные травы, стравливаемые в ранние фазы развития, отличались большей концентрацией данного элемента. Поступление в растения натрия, как и кальция, увеличивалось при снижении содержания в почве калия.

Использование азотных удобрений приводило к увеличению в травах содержания цинка и марганца, а на концентрации меди не оказало заметного влияния. Особенно значительно изменялось накопление марганца, количество которого в 1 кг сухого корма при увеличении нормы азота с 120N до 360N возрастало с 87,4—120,0 до 145,6—161,0 мг. Это было обусловлено увеличением содержания в почве усвояемых форм марганца и цинка при подкислении среды, вызванном внесением физиологически кислых удобрений. В варианте с внесением 360N обеспеченность почвы подвижным марганцем возрастала по отношению к фону (PK) с 24,6—28,8 до 49,9—65,7 мг на 1 кг почвы.

Потребность высокопродуктивных животных в меди и цинке, содержание которых в пастбищном корме составляло соответственно 5,3—6,4 и 19,5—24,2 мг на 1 кг сухого вещества, удовлетворялась не полностью, а марганец находился в избытке.

Пастбищный корм содержал сырого протеина, сырого жира, P, Ca, K, Mg, Na соответственно на 36,5, 13,2, 27,8, 20,3, 5,6, 21,2 и 22,9 % больше, чем травы при сенокосном использовании.

Таким образом, азотные удобрения оказывали как положительное

Химический состав пастбищного корма (% к сухой массе)
в зависимости от удобрения и орошения в опыте II. В среднем за 1979—1981 гг.

Вариант удобрения	Сырая клетчатка	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая зола	P	K	Ca	Mg
Без орошения								
1 — без удобрений (контроль)	22,4	13,2	4,13	8,71	0,21	2,25	0,69	0,30
2 — 120N90P90K	24,2	15,5	4,25	9,03	0,24	2,56	0,60	0,27
3 — 240N180P180K	23,6	17,9	4,39	9,42	0,27	2,81	0,52	0,25
4 — 360N270P270K	22,7	20,3	4,71	9,83	0,30	3,05	0,44	0,21
70 % НВ								
1 — без удобрений (контроль)	24,1	14,3	4,07	8,13	0,22	2,45	0,60	0,28
2 — 120N90P90K	24,3	16,4	4,21	8,49	0,24	2,67	0,63	0,26
3 — 240N180P180K	23,8	18,5	4,36	9,24	0,27	2,79	0,46	0,24
4 — 360N270P270K	23,2	20,3	4,49	9,72	0,29	3,10	0,42	0,20
85 % НВ								
1 — без удобрений (контроль)	24,1	13,1	4,02	8,03	0,21	2,62	0,57	0,29
2 — 120N90P90K	24,4	15,4	3,95	8,64	0,24	2,81	0,50	0,22
3 — 240N180P180K	23,6	17,7	3,88	9,38	0,25	2,95	0,46	0,21
4 — 360N270P270K	22,7	21,0	4,53	9,65	0,29	3,24	0,41	0,18

влияние на качественный состав кормов, увеличивая в них содержание аминокислот, сырого жира, магния, натрия, цинка и снижая количество сырой клетчатки, так и отрицательное, уменьшая в травах концентрацию сахаров и увеличивая количество нитратов и марганца.

В опыте, проведенном в совхозе «Путь к коммунизму», по мере возрастания норм удобрений независимо от фона увлажнения в пастбищной траве увеличивалось содержание сырого протеина, фосфора и калия (табл. 5).

На 11-й год жизни в травостое доминирующее положение занимали сеяные травы — ежа сборная и овсяница луговая, которые эффективно использовали азотные удобрения. При внесении повышенных норм азота в условиях орошения сбор сухой массы пастбищного корма достигал 77,5—93,6 ц/га. Поэтому пастбищные травы даже в случае применения 240N содержали 17,73—18,47 % сырого протеина, что в 1,2—1,3 раза ниже, чем накапливали травы опыта в колхозе «Борец», где травостой на 40—60 % состоял из дикорастущих злаков.

По мере повышения норм удобрений количество фосфора в пастбищном корме увеличивалось с 0,21—0,22 до 0,29 % (на сухое вещество), но концентрация фосфора в пастбищном корме была недостаточной для удовлетворения потребностей животных в этом элементе. Избыточное количество калия (3,05—3,24 %) накапливалось в случае внесения самой высокой нормы удобрений (360N270P270K).

Возрастание норм удобрений приводило к снижению содержания кальция с 0,57—0,69 до 0,41—0,44 % и магния с 0,28—0,30 до 0,18—0,21 %. Это связано в основном с антагонистическим действием возрастающих норм калия. Изменение химического состава трав обусловлено также воздействием удобрений на ботанический состав травостоев. Чем ниже были нормы удобрений, тем большую долю в травостое занимали клевер ползучий и разнотравье, характеризующиеся более высокой концентрацией Ca и Mg.

Норма удобрений 360N270P270K являлась избыточной, так как сбор сухого вещества увеличивался по отношению к варианту 240N180P180K всего на 6—10 ц/га, и при этом в корме содержание кальция, а иногда и магния было ниже оптимального уровня. В отдельные циклы сраствливания концентрация кальция снижалась до 0,31, магния — до 0,11 %.

Содержание сырой клетчатки (22,4—24,4 %) и сырого жира (3,88—

4,71 %) в сухом веществе пастбищной травы соответствовало зоотехническим нормам кормления. При внесении максимальной нормы NPK содержание сырого жира в травах возрастало, а количество сырой клетчатки снижалось. Режимы орошения не оказывали существенного влияния на биохимический состав пастбищной травы.

Выводы

1. Азотные удобрения способствуют увеличению в злаковых травах содержания сырого протеина, нитратов, сырого жира и снижению количества сухого вещества, сахаров и сырой клетчатки.

На старовозрастных сенокосах и пастбищах, в ботаническом составе которых 40—60 % составляют дикорастущие травы, внесение 240N и 360N на фоне РК является нерациональным вследствие избыточного накопления сырого протеина, а иногда и нитратов в корме. На пастбище, где доминируют сеяные травы, нормы азотных удобрений не должны превышать 240N.

2. На сенокосах и пастбищах, заложенных на дерново-подзолистых супесчаных почвах, средне обеспеченных элементами питания, при внесении азота увеличивается содержание магния, натрия, цинка и марганца в злаковых травах. Концентрация фосфора, кальция и калия изменяется незначительно.

3. При низкой обеспеченности почвы фосфором и калием по мере увеличения норм NPK в пастбищном корме возрастает содержание калия и фосфора и снижается — кальция и магния.

4. При 4—5-кратном пастбищном использовании содержание сырого протеина, сырого жира, P, Ca, Mg, K, Na, Zn, Mn в злаковых травах больше, чем при 2-кратном скашивании. Режим орошения (70 и 85 % НВ) не оказывает существенного влияния на биохимический состав пастбищного корма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахламова Н. М. Зависимость состава углеводов пастбищного корма от вида азотных удобрений. — Вестн. с.-х. науки, 1970, № 1, с. 22—25. — 2. Баканов В. Н., Давыдова Л. П., Овсичер Б. Р. Кормовые свойства трав. — В кн.: Молочное скотоводство на культурных пастбищах. М.: Россельхозиздат, 1976, с. 8—33. — 3. Баканов В. Н., Овсичер Б. Р., Бондарева Н. И. Химический состав трав культурных пастбищ и пути их эффективного использования. — Химия в сельск. хоз-ве, 1977, № 3, с. 36—39. — 4. Воробьева Е. С., Воробьева Л. Н. Химия и качество кормов. — М.: Россельхозиздат, 1977. — 5. Добишинский Л. Действие разных доз и составов удобрений на усвоение некоторых элементов луговой растительностью. — Сб. матер. XII Междунар. конгр. по луговодству. Т. 1. М.: Колос, 1977, с. 277—279. — 6. Каджюлис Л. Ю., Василяускаене В. А., Баниконене Я. Ю. и др. Количественные и качественные изменения урожая сеяных пастбищ в зависимости от разных доз и соотношения NPK удобрений. — В сб. матер. XIII Междунар. конгр. по луговодству. Лейпциг, ГДР, 1977, секция 7, с. 347—352. — 7. Коротков Б. И. Влияние разных способов орошения на эвапотранспирацию, урожай злаковых пастбищ и качество корма. — В сб. матер. XIII Междунар. конгр. по луговодству. Лейпциг, ГДР, 1977, секция 7, с. 560—565. — 8. Костина В. Ф. Повышение урожайности и качества продукции кормовых угодий. — М.: Россельхозиздат, 1987. — 9. Кук Д. У. Регулирование плодородия почвы. — М.: Колос, 1970. — 10. Магницкий К. Диагностика потребности растений в удобрениях. М.: Московский рабочий, 1972. — 11. Уайтхед Д. С. Минеральные питательные вещества в травах лугов и пастбищ. — М.: ВНИИТЭИСХ, 1970. — 12. Филимонов Д. А. Азотные удобрения. — М.: Россельхозиздат, 1976. — 13. Цурн. Ф. Удобрение сенокосов и пастбищ. — М.: Колос, 1972. — 14. Kubota J., Oberly G. H., Naphan E. A. — Agr. J., 1980, vol. 72, N 6, p. 907—914. — 15. Mayland H. F., Grimes D. L., Stuart D. M. — Agr. J., 1974, vol. 66, N 3, p. 441—445. — 16. Mudd A. J. — The J. of Agr. Sci., 1970, vol. 74(p. 1), p. 11—21.

Статья поступила 8 января 1988 г.

SUMMARY

It has been found in the research conducted on permanent irrigated grasslands of Moscow region that nitrogenous fertilizers increase the amount of crude protein and crude fat in grasses, and reduce the amount of crude fiber and sugars in them. Application of higher doses of nitrogenous fertilizers on soddy-podzolic sandy soil with medium amount of nutrient elements results in higher concentration of calcium, magnesium, sodium, zinc and manganese in grasses, while the amount of phosphorus remains the

same. When grasses were used as pasture, the content of crude protein, crude fat, P, Ca, K, Mg and Na in fodder was by 36.5, 13.2, 27.8, 20.3, 5.6, 21.2 and 22.9 % higher respectively, than when they were used for hay. Irrigation rate did not produce any essential effect on qualitative composition of fodder.