

П.Ф.Тиво, доктор сельскохозяйственных наук
БелНИИ мелиорации и луговодства

УДК 633.2:631.84:631.8.022.3"550.3"

Урожай и качество многолетних трав в зависимости от форм азотных удобрений

Рассматривается влияние различных форм азотных удобрений на урожай и его качество. Показано, что их эффективность во многом определяется почвенными особенностями мелиорированных земель. Установлено, что содержание тяжелых металлов в многолетних травах не выходило за допустимые пределы.

В большинстве случаев продуктивность сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых почвах определяется прежде всего степенью обеспеченности растений азотом. На осушенных торфяниках целесообразно его применение преимущественно под многолетние травы. Причем эффективность азотных удобрений во многом обусловлена здесь мощностью органического слоя и длительностью сельскохозяйственного использования почв. В старопашотных торфяниках запасы легкогидролизуемого азота весьма ограничены. То же можно сказать и о торфяно-глеевых почвах. В этой связи многолетние злаковые травы прежде всего нуждаются здесь в дополнительном азотном питании. Однако эффективность различных форм азота и их влияние на качество урожая изучены недостаточно, что и определило тематику наших исследований на торфяно-глеевой почве (колхоз-комбинат "Советский" Пружанского района).

Этот вопрос изучался также на балансовом участке № 1 (дерново-подзолистая супесчаная почва) Пружанской гидролого-гидрогеологической мелиоративной лаборатории (ПГГМЛ) и на участке № 2 (торфяно-глеевая почва). Последняя характеризовалась следующими данными: pH в KCl 5,0, содержание подвижных форм фосфора – 47 мг, калия – 35 мг на 100 г почвы. В отличие от опытного участка колхоза-комбината она содержала в два раза меньше магния и меди. Количество же усвояемых соединений P_2O_5 и K_2O , наоборот, имело противоположную тенденцию.

Как показали наши исследования, наиболее эффективными на торфяно-глеевой почве ПГГМЛ оказались аммиачная селитра и сернокислый аммоний. Коэффициент использования азота растениями (разностным методом) превышал здесь 75%. Преимущество же менее растворимого азотсеракальциевого удобрения проявлялось лишь в том, что оно вносилось в один прием весной. Остальные виды азотных, как и калийных туков, применяли дробными дозами под каждый из трех укосов костреца безостого. Примерно та же закономерность наблюдалась и на опытном участке колхоза-комбината "Советский", где каждый килограмм азота аммиачной селитры, сернокислого аммо-

The article analysis the influence of different forms of nitrogen fertilisers on the crop yield and its quality. It has been proved that the efficiency greatly depends on the properties of the meliorated soils. It has been also determined that the content of heavy metals does not exceed the acceptable limits.

ния и мочевины обеспечил прибавку сухой массы соответственно 22,3; 23,3 и 15,9 кг. Последнее косвенно свидетельствует о потерях аммиака в процессе гидролиза мочевины. Поэтому ее целесообразнее применять на пашне, а не на луговых угодьях, хотя при благоприятных погодных условиях эффективна на них и амидная форма азота.

Обращает на себя внимание различие в урожайности многолетних трав на фоне РК, что трудно объяснить более низким уровнем подвижного калия и фосфора в опытном участке колхоза-комбината, поскольку дальнейшее повышение доз этих удобрений было неэффективным. Главная причина здесь заключалась в недостатке легкогидролизуемого азота. Определения по методу Корнфильда показали, что содержание таких соединений в почве колхоза-комбината не превышало 1113 мг/кг, в то время как на участке ПГГМЛ их было намного больше. Аналогичная закономерность прослеживалась и в отношении ферментативной активности изучаемых почв. Располагая такими соединениями, можно с достаточной для практики точностью прогнозировать эффективность азотных удобрений на осушенных торфяниках.

Оптимизация питания растений микроэлементами также положительно сказывалась на продуктивности многолетних трав. Так, внекорневая подкормка костреца безостого молибдатом аммония, сернокислым кобальтом и медным купоросом из расчета 0,2; 0,5; 0,5 кг/га повысила урожай на торфяно-глеевой почве ПГГМЛ примерно на 12%. На дерново-подзолистой супесчаной почве продуктивность трав практически увеличивалась (на 9–11 ц/га сухой массы) только от молибдена или кобальта. Это обусловлено хорошей обеспеченностью балансового участка № 1 усвояемой медью: количество ее соединений в 1M HCl – вытяжке перед закладкой опыта составляло 3,8 мг на 1 кг почвы. Кроме того, этот участок отличался повышенным содержанием подвижных форм фосфора, калия и низким – обменного магния.

Несколько иная картина наблюдалась на кислой дерново-подзолистой почве (pH в KCl 5,0) в отношении сульфата аммония. Так, при его внесении в дозе 180

кг/га азота получена прибавка сухой массы трав 24,8 ц/га, в то время как на фоне аммиачной селитры она была на 9 ц выше при уровне на контроле (РК) 34,2 ц/га. Почти сравнялись, здесь по своей эффективности мочевины и азотсерокальциевое удобрение, что обусловлено различным их влиянием на реакцию среды. Тем не менее все виды азотных удобрений являются основным фактором повышения плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы. Прибавки урожая костреца безостого составляли 72–99% относительно фона (РК), или в два с лишним раза больше, чем на торфяно-глеевых почвах. Увеличилась продуктивность многолетних трав на 8,6 ц/га и от внесения сернокислого магния в дозе около 30 кг/га MgO.

Наряду с повышением урожая важно контролировать и его качество. В настоящее время рационы животных нередко дефицитны по протеину, что снижает продуктивность скота и обуславливает перерасход кормов. Применение азотных удобрений способствует решению этой проблемы. Так, при внесении 180 кг/га аммиачной селитры (по 60 д.в. под каждый укос) сбор сырого протеина на дерново-подзолистой почве достиг 12,6 ц/га, что в 2,5 раза больше, чем в варианте с РК. Причем на фоне сульфата аммония, мочевины, азотсерокальциевого удобрения этот показатель составил соответственно 10,6; 11,1; 11,5 ц/га. Такого количества протеина с учетом зоотехнических нормативов достаточно для получения свыше 5 т молока.

Под влиянием азотных удобрений наблюдалась также тенденция к повышению содержания жира в растениях. Меньше стало и клетчатки в многолетних травах, когда они возделывались на торфяно-глеевых почвах. На дерново-подзолистых почвах варианты опытов практически не различались по этому показателю, что, по-видимому, обусловлено недостаточной влагообеспеченностью растений. Однако в обоих случаях уменьшалось содержание водорастворимых углеводов в травах, так как они расходовались на синтез аминокислот и белка.

Если исходить из концентрации сырого протеина и клетчатки, то из зеленой массы, полученной в полевых опытах, можно заготовить силос (или сенаж) соответственно 1 и 2 классов. Еще более высокие требования предъявляются к травяной муке. Согласно ГОСТ 18691-88 1-й класс такой продукции должен содержать сырого протеина не менее 19%, 2-й – 16, 3-й – 13%, а клетчатки не более соответственно 23; 26 и 30%. Следовательно, при трехукосном использовании злаковых травостоев из-за относительно высокого содержания последней не всегда удается получить травяную муку 1 класса качества. Поэтому в данном случае надо практиковать более частое скашивание или заготавливать ее из бобовых трав, содержащих, как правило, меньше клетчатки и больше белка.

В организации полноценного кормления сельскохозяйственных животных важное значение имеет обеспечение их минеральными веществами, особенно фосфором, кальцием, марганцем, натрием и микроэlemen-

тами. Потребность коров обеспечивается при содержании в сухом веществе рациона: Р – 0,40–0,57, Са – 0,49–0,69, Mg – 0,18–0,24, Na – 0,18–0,25, К – 0,7–1,4; меди – 7–10, цинка – 30–60, железа – 50–70 мг/кг (В.Г.Игловиков и др., 1983; Б.Д.Кальницкий, 1985). При этом на одну часть фосфора должно приходиться 1,2–2,0 части кальция. Предельная же концентрация окиси калия в кормах – 3,0–3,6% на сухую массу. Дальнейшее повышение этого показателя не лучшим образом влияет на здоровье и продуктивность животных, особенно при недостатке натрия. Ухудшается и потребление кормов. Увеличение концентрации калия на 0,1% сверх оптимального уровня, по исследованиям В.Н.Баканова и Б.Р.Овсичера (1982), снижает использование переваримого животными протеина на 0,54%. Все это обязывает практиков тщательно контролировать минеральный состав кормов.

По нашим данным, азотные удобрения на дерново-подзолистых почвах усилили накопление калия многолетними травами и уменьшили содержание магния почти на 1/3. В итоге отношение К:(Са+Mg) стало очень неблагоприятным (3,9 и более против 1,4 по норме), что прежде всего обусловлено низким содержанием магния в почве и относительно высоким – калия. При этом соотношение Na:K увеличилось с 87 (РК) до 102 на фоне сульфата аммония, в то время как оптимальное значение – 3–5. Многократно выше допустимых пределов было оно и в остальных вариантах с азотными туками. В этой связи вряд ли оправдано применение калийных удобрений на многолетних травах, когда содержание подвижных форм K_2O составляет 20 мг и более на 100 г почвы. Очевидно, в первые два года следует вообще отказаться от их внесения на таких угодьях. В последующий же период нормы калия должны корректироваться в соответствии с существующими рекомендациями, что позволит улучшить качество корма и сократить расход дефицитных удобрений.

Кстати, вынос K_2O урожаем трав за два года на фоне сульфата аммония, аммиачной селитры, РК составил соответственно 564, 600, 280 кг/га. В связи с этим находилось и содержание подвижного калия, которое в вариантах с азотом колебалось в пределах 11–12 мг на 100 г почвы против 16 мг при внесении одних фосфорно-калийных удобрений. Причем уровень подвижных соединений K_2O на фоне NPK стал, по существу, оптимальным для луговых угодий, расположенных на супесях.

Более благоприятным в отношении калия был корм, заготавливаемый на торфяно-глеевой почве, хотя как и в первом случае наблюдался резкий дефицит натрия, который обычно устраняется за счет включения в рацион животных поваренной соли. Кроме того, многолетние травы в полевом опыте колхоза-комбината содержали фосфора ниже рекомендуемого уровня. Наоборот, меди было больше, чем на балансовом участке ПГГМЛ, что объясняется различным содержанием этих элементов в изучаемых почвах. Напрашивается и другой вывод: при наличии в пахотном слое около 6 мг

Таблица. Влияние видов азотных удобрений на содержание тяжелых металлов в кострече безостом, мг/кг сухой массы

Вариант	Медь	Цинк	Медь	Кадмий	Свинец	Цинк	Железо
	Торфяно-глеевая почва		Дерново-подзолистая супесчаная почва**				
Без азота	7,4 / 8,6*	37,2 / 30,8	9,3	0,20	1,75	38,7	127,8
Аммиачная селитра	5,6 / 7,8	41,6 / 32,7	9,2	0,21	1,69	40,3	126,2
Мочевина	5,5 / 7,8	42,0 / 37,6	10,2	0,19	1,42	37,5	102,7
Сульфат аммония	5,7 / 8,6	45,6 / 34,2	10,0	0,22	1,70	49,1	91,8
Азотсерокальциевое удобрение	5,9 / 8,2	43,0 / 35,2	10,2	0,21	1,65	53,6	98,8
Аммиачная селитра + Cu, Co, Mo	8,4 / 11,5	46,0 / 31,8	9,9	0,22	1,86	35,8	101,5

* Перед чертой – почва с содержанием подвижных форм цинка 19,6, меди – 6,4 мг/кг;

** Количество подвижного цинка в пахотном слое 5,3, меди – 3,8, свинца – 4,1, кадмия – 0,09 мг/кг.

подвижных соединений меди на 1 кг торфа ее концентрация в многолетних травах практически во всех вариантах опыта соответствовала зоотехническим нормам. Еще более убедительные данные получены на дерново-подзолистой супесчаной почве (таблица). Тем самым ставится под сомнение утверждение о том, что применение азотных удобрений непременно приводит к ухудшению питания растений медью. Если подобное и имеет место, то лишь на мелиорированных массивах, бедных усвояемыми формами этого микроэлемента.

Применение на таких угодьях медьсодержащих удобрений должно стать обязательным агротехническим приемом. Тем более, что высокое содержание в кормах сырого протеина, молибдена, серы, кальция и других соединений ухудшает усвоение меди животными (В.И.Георгиевский и др., 1979; Е.А.Петухова, Н.Т.Емелина, 1983). Кроме того, с ее помощью можно в определенной степени регулировать процессы минерализации органического вещества почвы в сторону их замедления (Р.Тейт III, 1991). Нет нужды доказывать насколько это важно, особенно применительно к мелкозалежным торфяникам Белорусского Полесья.

Дефицитны и другие микроэлементы, в частности кобальт и йод. Содержание их в многолетних травах, как правило, ниже зоотехнических норм, что необходимо учитывать в практике кормления сельскохозяйственных животных.

На химическом составе растений отражаются также водный режим почвы. Вследствие недостатка атмосферных осадков резко снижалось содержание меди в травах. Последнее подтверждается нашими лизиметрическими исследованиями, в которых при поддержании уровня грунтовых вод (УГВ) на глубине 40, 70, 100, 150 см от поверхности количество меди на фоне азотных удобрений составляло соответственно 8,2–8,3; 7,3–8,6; 6,8–7,0; 4,7–5,1 мг/кг сухого вещества многолетних трав. Переосушка торфяника отрицательно сказалась и на поглощении растениями фосфора и калия. К примеру, при УГВ 150 см и внесении 90 кг/га аммиачной селитры (по действующему веществу) травы содержали P_2O_5 – 0,60, K_2O – 1,68%, а при УГВ 70 см соответственно 0,74 и 2,33%

на сухую массу. То же наблюдалось и с двойной дозой азотных удобрений. Однако и переувлажнение (УГВ 40 см) также неблагоприятно влияло на поглощение растениями ряда элементов и прежде всего калия и азота.

Качество кормов существенно ухудшается из-за избытка нитратов. По нашим наблюдениям, многолетние злаковые травы на фоне аммиачной селитры, особенно в дождливые годы, накапливают их в 1,5–2,0 раза больше по сравнению с сульфатом аммония и азотсерокальциевым удобрением. В относительно засушливые вегетационные периоды концентрация нитратов в кострече безостом резко снижалась и зависимость от вида удобрений становилась менее существенной. Указанная закономерность объясняется, очевидно, тем, что в этих условиях не происходит дополнительной мобилизации и усвоения азота почвы растениями.

В известной мере можно управлять накоплением этих соединений растениями на осушенных торфяных почвах и с помощью регулирования уровня грунтовых вод. Так, согласно нашим данным, при УГВ 40, 70, 100 см от поверхности количество нитратов в многолетних травах составляло соответственно 598–773, 726–1036; 827–1530 мг/кг сухого вещества. Уменьшалась концентрация нитратов при сбалансированном питании растений фосфором, калием, микроэлементами и прежде всего молибденом.

Имеют значение и способы заготовки кормов. В процессе силосования зеленой массы разрушаются нитраты. В силу этого их количество может иногда снижаться почти наполовину. Более сложно получить травяную муку, которая бы соответствовала предельно допустимой концентрации по NO_3 – 2000 мг/кг. Даже при ее заготовке на торфяно-глеевых почвах с мощностью органогенного слоя около 40 см и при внесении одних фосфорных и калийных удобрений нередко превышалась ПДК. Не явился исключением и контрольный вариант (без РК).

Примерно такая же ситуация была с сеном, что свидетельствует о несовершенстве отечественных нормативов по нитратам. Тем более, что они утверждены вне зависимости от вида и физиологического состояния животных, состава рациона и качества кормов. Между тем

зарубежные данные свидетельствуют о том, что крупный рогатый скот на откорме (кроме больных животных) несколько более устойчив к нитратам, чем стельные коровы и особенно телята до 6 месяцев (Е.Нейн, 1970; В.Ф.Вракийн, И.С.Ковальчук, 1984). Последнее в принципе нашло подтверждение в условиях нашей республики (И.М.Карпуть, 1993; С.Л.Яблочкина, 1996) и России (Е.С.Воробьев и др., 1994; В.П.Спасов и др., 1994). Кстати, в Германии доброкачественными считаются корма, которые содержат 4400 мг NO_3 на 1 кг сухой массы. Это в 4 раза больше наших ПДК для сена. Вместе с тем совместное действие, например, нитратов и масляной кислоты, содержащихся в силосе или сенаже, может вызывать падеж телят даже при относительно невысокой концентрации NO_3 (Н.А.Панилов, 1987). В этой связи агрономические опыты с азотными удобрениями должны дополняться зоотехническими наблюдениями за состоянием здоровья животных и качеством молока или мяса. Это позволит дать объективную оценку применяемым технологиям на луговых угодьях с учетом наличия в кормах различных токсикантов.

Не следует забывать и о том, что накопление нитратов в растениях носит акропетальный характер, т.е. количество их убывает от основания к верхней части стебля. Поэтому не надо скармливать пастбища "дочерна", поскольку вблизи почвы остатки растений обогащены токсическими соединениями азота. Нельзя допускать наличия на луговых угодьях малоценного разнотравья, склонного к избыточному накоплению нитратов.

Что касается тяжелых металлов, то их содержание в злаковых травах практически не изменялось на фоне азотных удобрений. Уровень свинца и кадмия в сухой массе не выходил за допустимые пределы (ПДК для Pb – 2–5, Cd – 0,3–0,6 мг/кг). Не составляла исключение и сорная растительность, хотя она накапливала несколько больше тяжелых металлов. Следует однако

иметь в виду, что дерново-подзолистая супесчаная почва опытного участка, согласно классификации БелНИИПА, содержала мало подвижных форм кадмия. В других же условиях результаты могли быть совершенно иными. Не установлено четкой зависимости и в отношении цинка. Его содержание в растениях имело тенденцию к повышению лишь в отдельных вариантах опыта.

Таким образом, азотные удобрения являются одним из основных факторов, определяющих величину и качество урожая многолетних злаковых трав. При этом на торфяно-глеевой и дерново-подзолистой супесчаной почвах преимущество имеет аммиачная селитра. Мочевина была менее эффективной. Сульфат аммония равноценен аммиачной селитре только при благоприятной реакции среды.

По наличию нитратов в многолетних травах в лучшую сторону выделялись азотсерокальциевое удобрение, сульфат аммония, хотя прежде всего это наблюдалось в вегетационный период с относительно повышенным количеством атмосферных осадков.

Слабая обеспеченность торфяно-глеевых почв подвижными формами меди, а также низкий уровень грунтовых вод обуславливают дефицит этого микроэлемента в растениях, особенно на фоне азотных удобрений, что необходимо учитывать на практике.

В условиях проведения полевых опытов не обнаружено избыточного содержания свинца, цинка и железа в многолетних травах. Однако этот вопрос требует дальнейшего изучения в зависимости от доз удобрений, наличия тяжелых металлов в почве, уровня грунтовых вод, вида трав, фазы развития растений и многих других факторов. Причем такие исследования необходимо проводить в системе почва – растение – животное – качество животноводческой продукции, что позволит избежать немало ошибок при интерпретации результатов опытов на сенокосах и пастбищах.