

УДК 636.085.34:632.118.3

## УЛУЧШЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОЙ ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМОВ НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ ТЕРРИТОРИЯХ

**Е.Г. Сарасеко**, кандидат биологических наук  
РНИУП «Институт радиологии», г. Гомель

**Ключевые слова:** качество кормов, защитные агрохимические мероприятия, возможности по улучшению качества кормов

### **Введение**

Известно, что по минеральной питательности корма подразделяют на две группы: физиологически кислые и физиологически щелочные. В золе физиологически кислых кормов преобладают фосфор, сера и хлор. К ним относятся зерновые корма и их отходы (отруби). В золе физиологически щелочных кормов преобладают кальций, магний, калий и натрий. К ним принадлежат зеленая трава, силос, сенаж, корне- клубнеплоды и другие сочные корма. В кормах минеральные вещества представлены в форме органоминеральных соединений. Уровень молочной продуктивности коров и себестоимость молока зависят от рациона их кормления и его переваримости, а хорошее усвоение питательных веществ в организме животных достигается лишь при высоком качестве корма. К основным показателям безопасности относятся радионуклиды ( $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ ), нитраты и тяжелые металлы, содержащиеся в сельскохозяйственных растениях. К основным зоотехническим показателям качества — углеводы, переваримый протеин, клетчатка, сырой жир, содержание макроэлементов в растениях.

Внесение повышенных доз калийных и фосфорных удобрений является традиционной защитной агрохимической мерой на почвах, загрязненных  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в целях получения растениеводческой продукции, соответствующей радиологическим нормативам содержания загрязнителей в сельскохозяйственных растениях, а основная цель известкования — это нейтрализация кислотности почвы и насыщение поглощающего комплекса кальцием и магнием. В результате длительного применения минеральных удобрений увеличивается гидролитическая кислотность почвы, уменьшается сумма поглощенных оснований и степень насыщенности поглощающего комплекса почвы, снижается содержание обменного кальция и магния, возрастает количество подвижного алюминия. Следовательно, систематическое применение минеральных удобрений, особенно физиологически кислых, оказывает отрицательное действие на некоторые агрохимические свойства почв. Одновременно с этим их применение приводит к повышению содержания в

почве подвижных форм минеральных элементов — азота, фосфора, калия, что оказывает влияние как на урожай растений, так и на накопление в них  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , зоотехнические показатели растениеводческой продукции.

Агрохимические показатели почв в целом по районам Гомельской области, как с повышенной плотностью загрязнения почв  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , так и менее загрязненные радионуклидами, нивелируют содержание основных макро- и микроэлементов в почвах в пределах полей (элементарных участков) каждой конкретной сельскохозяйственной организации. В доминирующих видах кормов, используемых в рационах кормления КРС в сельскохозяйственных организациях Гомельской области (2003—2011 гг.) наблюдается низкое содержание протеина, кормовых единиц, концентрации обменной энергии, нарушение оптимального сахара-протеинового соотношения и высокое содержание сырой клетчатки. Наблюдается большая вариабельность по содержанию макро- и микроэлементов по сравнению со среднестатистическими данными [1—3]. В связи с этим возникает вопрос о возможности улучшения минеральной питательности кормов.

#### **Методика проведения исследований**

Методы исследований: сравнительный анализ и комплекс общепринятых в агрохимии лабораторных исследований, математической статистики, гамма-спектрометрический, радиохимический.

В качестве объектов исследования были выбраны сельскохозяйственные организации в Речицком (ф-л «Советская Белоруссия»), Хойникском (РСУП ЭБ «Стреличево», КСУП «Судково»), Брагинском (КСУП «им. Жукова») и Ельском (КСУП «Коммунист», КСУП «Скороднянский») районах Гомельской области, имеющие почвы пахотных и сенокосно-пастбищных земель, с различной плотностью загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  (табл. 1 и 2). По агрохимическим показателям (подвижный калий и фосфор, гумус,  $\text{pH}_{\text{КС}}$ ) почвы варьируют от низкообеспеченных до высокообеспеченных подвижными формами фосфора и калия с реакцией почвенной среды от кислой до нейтральной.

В организациях доминирующими видами кормов для КРС являлись злаково-разнотравное сено, кукурузный силос, бобово-злаковый сенаж, зеленая масса однолетних трав. В каждой сельхозорганизации на МТФ отбирались пробы растительных образцов сена, силоса, сенажа и зеленой массы согласно ГОСТ 27262-87. Зоотехнический анализ кормов проведен по общепринятым методикам: сырого жира (ГОСТ 13496.15-97), клетчатки (ГОСТ 13496-91), протеина (ГОСТ 13496.4-93), калия (ГОСТ 30504-97), фосфора (ГОСТ 26657-97), кальция (26570-95), магния (ГОСТ 30502-97), сахаров (ГОСТ 26176-91). На основании анализа проведен расчет питательной ценности кормов: содержание кормовых единиц, обменной энергии (ГОСТ 4808-87; 9268-90; 28763-90). Анализ объектов исследования на содержание тяжелых металлов проводится согласно Методическим указаниям по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства (ЦИНАО, 1992).

**Таблица 1 — Основные средневзвешенные агрохимические показатели и плотности загрязнения радионуклидами почв пахотных земель исследуемых сельскохозяйственных организаций (11 тур обследования)**

Показатель	Речицкий район	Хойникский район		Брагинский район	Ельский район	
	Филиал «Советская Белоруссия»	КСУП «Судково»	РСУП ЭБ «Стреличево»	КСУП «им. Жукова»	КСУП «Скороднянский»	КСУП «Коммунист»
$^{137}\text{Cs}$ , Ки/км <sup>2</sup>	0,96	7,32	10,08	7,85	4,05	1,86
$^{90}\text{Sr}$ , Ки/км <sup>2</sup>	0,14	1,66	1,18	1,01	0,15	0,01
pH <sub>KCl</sub>	5,95	6,23	6,17	6,65	5,66	5,30
Кислых почв, %	18,2	5,2	8,7	—	35,6	43,3
Калий подвижный, мг/кг	205	313	283	310	148	159
Почв с низким содержанием калия, %	26,5	2,8	5,6	1,1	56,5	39,9
Фосфор подвижный, мг/кг	275	324	296	303	227	128
С низким содержанием фосфора, %	4,3	—	0,5	3,5	19,6	48,6
Гумус, %	1,94	1,75	1,72	1,77	2,67	3,01
С низким содержанием гумуса, % <1,5%	22,5	35,3	35,3	22,7	—	—

**Таблица 2 — Основные средневзвешенные агрохимические показатели и плотности загрязнения радионуклидами почв улучшенных сенокосов и пастбищ исследуемых сельскохозяйственных организаций (11 тур обследования)**

Показатель	Речицкий район	Хойникский район		Брагинский район	Ельский район	
	Филиал «Советская Белоруссия»	КСУП «Судково»	РСУП ЭБ «Стреличево»	КСУП «им. Жукова»	КСУП «Скороднянский»	КСУП «Коммунист»
$^{137}\text{Cs}$ , Ки/км <sup>2</sup>	1,16	7,84	10,73	6,83	2,61	1,99
$^{90}\text{Sr}$ , Ки/км <sup>2</sup>	0,13	1,59	1,29	0,92	0,13	0,01
pH <sub>KCl</sub>	6,12	6,26	6,68	6,39	5,48	5,36
Кислых почв, %	12,0	6,6	3,1	7,8	37,9	52,8
Калий подвижный, мг/кг	154	185	159	146	138	174
Почв с низким содержанием калия, %	50,5	50,0	51,1	70,5	58,8	46,9
Фосфор подвижный, мг/кг	188	193	189	75	78	104
С низким содержанием фосфора, %	33,5	32,9	29,0	73,2	71,3	52,7
Гумус, %	2,57	2,65	2,82	2,73	3,05	3,09
С низким содержанием гумуса, % <1,5%	6,3	6,8	1,3	—	—	—

Определение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в растительных образцах выполнено на гамма-спектрометрическом комплексе «Canberra-Packard» с погрешностью не более 30 %; радиохимическое выделение  $^{90}\text{Sr}$  — по МВИ. МН 1932—2003 «Методика радиохимического определения УА  $^{90}\text{Sr}$  в почвах и растениях без разделения в системе стронций

-кальций» с погрешностью не более 20 %.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Данные, полученные в ходе исследований 2012 года в сельскохозяйственных организациях Речицкого, Хойникского, Брагинского и Ельского районов Гомельской области с различной плотностью загрязнения почв  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  указывают на низкие зоотехнические показатели качества кормов не зависимо от уровня кислотности почв, их обеспеченности подвижными формами калия и фосфора, гумусом. Так, в зимне-стойловый период содержания КРС корма, используемые в рационах 2012 года, характеризуются повышенным содержанием клетчатки в сене злаково-разнотравных трав и в злаково-бобовом сенаже. Данный показатель больше усредненных среднестатистических значений (234,0 и 126,9 г/кг нат. в-ва, соответственно) в РСУП ЭБ «Стреличево», КСУП «им. Жукова», КСУП «Коммунист» и КСУП «Скороднянский» в 1,1—1,4 раза. [4, 5]. Практически во всех сельскохозяйственных организациях в кормах (злаково-разнотравное сено, злаково-бобовый сенаж, кукурузный силос) отмечается низкое содержание сахара по сравнению с табличными данными (35,0, 6,0, 26,7 г/кг нат. в-ва, соответственно) в 0,7—1,6 раз в сене, в 1,5—2,9 раза в силосе, в 1,4 раза в сенаже. Исключения составляют КСУП «им. Жукова» и КСУП «Коммунист», где в сене содержание сахара больше усредненных табличных значений (35,0 г/кг нат. в-ва) в 1,2—1,6 раза. Наблюдается нарушение оптимального сахаро-протеинового соотношения в кормах, используемых в рационах КРС. Содержание сырого жира в сене ф-ла «Советская Белоруссия», КСУП «Судково», РСУП ЭБ «Стреличево», КСУП «Скороднянский» соответствует усредненным табличным значениям (26,0 г/кг нат. в-ва) [5]. Отмечается повышенное содержание сырого жира в кукурузном силосе во всех сельскохозяйственных организациях в 1,2—1,4 раза по сравнению с табличными данными (10,0 г/кг нат. в-ва), за исключением силоса из ф-ла «Советская Белоруссия» Речицкого района.

Анализ макроэлементного состава кормов в сельскохозяйственных организациях в период зимне-стойлового содержания КРС показал, что в злаково-разнотравном сене, кукурузном силосе отмечается повышенное содержание калия по сравнению с усредненными среднестатистическими данными 7,8 и 2,9 г/кг нат. в-ва, соответственно, в 1,2—2,3 раза и 1,5—1,8 раз [4, 5]. Также злаково-разнотравное сено всех сельскохозяйственных организаций и бобово-злаковый сенаж из КСУП «Коммунист» характеризуется низким содержанием кальция по сравнению с усредненными табличными значениями, соответственно, 6,9 и 3,7 г/кг нат. в-ва в 1,5—2,2 и 2,0 раза. Кукурузный силос всех сельскохозяйственных организаций содержит кальций в пределах, соответствующих справочным табличным данным 1,4 г/кг нат. в-ва [4]. Содержание магния в кукурузном силосе и злаково-разнотравном сене всех базовых сельскохозяйственных организаций меньше табличных данных, соответственно, в 1,2—1,8 раз и 1,8—3,0 раз. Известно, что магниевое голодание растений чаще всего встречается на кислых супесчаных почвах, из которых магний,

в том числе и вносимый с удобрениями, вымывается более интенсивно. Катионы, имеющие большую атомную массу, например, кальций, энергичнее поглощаются почвенными коллоидами и сильнее удерживаются в почвенно-поглощающем комплексе, поэтому при подкислении почвы потери магния будут более значительными по сравнению с кальцием. Кроме этого, быстрое обеднение почв магнием по сравнению с кальцием обусловлено тем обстоятельством, что в связи с основной сосредоточенностью магния в генеративных органах растений доля отчуждения его урожаем более значительна по сравнению с кальцием. Кальций возвращается в почву со стерней, а также с соломой зерновых при использовании ее в качестве самостоятельного органического удобрения и для приготовления навоза [6]. Содержание фосфора в сене варьирует в зависимости от его места заготовки. Так, в ф-ле «Советская Белоруссия», КСУП «Судково», РСУП ЭБ «Стреличево», КСУП «Коммунист» содержание фосфора в сене превышает табличные данные (1,7 г/кг нат. в-ва) в 1,1—1,9 раз, в КСУП «им. Жукова» содержание фосфора в сене соответствует табличному значению. Кукурузный силос базовых сельскохозяйственных организаций содержит высокое количество фосфора по сравнению с установленными табличными данными (0,4 г/кг нат. в-ва) в 2,1—5,3 раза. Бобово-злаковый сенаж из КСУП «Коммунист» по содержанию фосфора соответствует справочным данным — 0,9 г/кг нат. в-ва. Сено по содержанию калия в сельхозорганизациях характеризуется повышенным содержанием данного элемента по сравнению со среднестатистическими данными (7,8 г/кг нат. в-ва) в 1,4—2,9 раза [5]. В кукурузном силосе также отмечается превышение содержания калия по сравнению с табличными данными (2,9 г/кг нат. в-ва) в 1,5—1,8 раз. Бобово-злаковый сенаж из КСУП «Коммунист» по содержанию калия меньше табличных данных (8,0 г/кг нат. в-ва) в 1,6 раза.

Оценка показателей безопасности показывает, что содержание тяжелых металлов (кадмий, свинец) в кормах соответствует установленным ветеринарно-санитарным нормам и не превышает установленных ПДК, соответственно, 0,25 и 2,0 мг/кг нат. в-ва для грубых кормов (злаково-разнотравное сено) и 0,2; 0,8 мг/кг нат. в-ва для сочных кормов (кукурузный силос, бобово-злаковый сенаж).

По содержанию нитратов злаково-разнотравное сено сельскохозяйственных организаций филиала «Советская Белоруссия», КСУП «Судково» и КСУП «Коммунист» превышает ПДК для грубых кормов (1000 мг/кг нат. в-ва) что, вероятно, связано с повышенным внесением азотных удобрений при подкормке злаковых трав и дефицитом подвижного калия, фосфора в почве. Бобово-злаковый сенаж из КСУП «Коммунист» и кукурузный силос всех организаций соответствует ПДК по содержанию нитратов для сочных кормов и не превышает 500 мг/кг.

По содержанию радионуклидов злаково-разнотравное сено всех сельскохозяйственных организаций, используемое в качестве корма в период зимне-стойлового содержания КРС, пригодно для производства цельного молока и не превышает РДУ-99 по со-

держанию  $^{137}\text{Cs}$  (1300 Бк/кг). Сенаж и кукурузный силос также соответствуют РДУ-99 по содержанию  $^{137}\text{Cs}$  и не превышают установленный норматив, соответственно, 500 и 240 Бк/кг при производстве цельного молока. По содержанию  $^{90}\text{Sr}$  в кукурузном силосе в период зимне-стойлового содержания КРС на минеральных почвах в КСУП «Судково», РСУП ЭБ «Стреличево» Хойникского района с плотностью загрязнения почв  $^{90}\text{Sr}$  1,18—1,66 Ки/км<sup>2</sup>, и КСУП «им. Жукова» Брагинского района с плотностью загрязнения почв  $^{90}\text{Sr}$  1,01 Ки/км<sup>2</sup>, наблюдается превышение РДУ-99 при использовании корма для производства цельного молока (59—90 Бк/кг) при нормативе 50 Бк/кг. Силос из ф-ла «Советская Белоруссия» Речицкого района, КСУП «Коммунист» и КСУП «Скороднянский» соответствуют нормативному содержанию  $^{90}\text{Sr}$  в кормах для производства цельного молока (12 Бк/кг). Сено по содержанию  $^{90}\text{Sr}$  соответствует установленным санитарно-гигиеническим нормативам в кормах и не превышает 260 Бк/кг, принимая значения от 9 Бк/кг (КСУП «Коммунист») до 187 Бк/кг (РСУП ЭБ «Стреличево»). Бобово-злаковый сенаж из КСУП «Коммунист» по содержанию  $^{90}\text{Sr}$  соответствует РДУ-99 для производства цельного молока и не превышает 100 Бк/кг.

Система зоотехнической оценки питательных кормов для жвачных животных предусматривает определение энергетической питательности кормов в показателях овсяных кормовых единиц (чистой продуктивной энергии жиروتложения при производственных условиях, определяемых косвенно по показателям переваримости питательных веществ кормов с учетом поправки на содержание в них клетчатки). Протеиновая питательность кормов для жвачных животных определяется в показателях переваримого протеина. Углеводная питательность определяется в показателях содержания сырой клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ. Данная система недооценивает различие в обмене веществ у животных разных видов и механически переносит данные об энергетической питательности кормов, полученных в опытах на животных одних видов, на животных других видов или животных того же вида, находящиеся в физиологическом состоянии отличном от предыдущих животных. Понижающее действие сырой клетчатки корма на его переваримость и питательность с позиции современной науки о физиологии питания сельскохозяйственных животных должно рассматриваться в зависимости от содержания сырой клетчатки в сухом веществе корма, а не в натуральном корме [7]. Достичь получения доброкачественных кормов возможно только при строгом контроле их заготовки и хранения (табл. 3), учитывая при этом ряд косвенных факторов: особенности почвенно-климатической зоны, количество и вид применяемых удобрений, вид возделываемых сельскохозяйственных культур (увеличение доли бобовых культур), размещение сельскохозяйственных культур по полям севооборотов.

### **Заключение**

Данные, полученные в ходе исследований 2012 года в сельскохозяйственных организациях Речицкого, Хойникского, Брагинского и Ельского районов Гомельской области

Таблица 3 — Факторы, которые обуславливают низкое качество кормов

Факторы низкого качества		
силоса	сенажа	сена
недостаточное количество сахара в силосуемых растениях	не соответствие фазы развития растений, оптимальной для сенажирования (сенажирование многолетних трав в фазу позднее колошения злаковых и бутонизации бобовых растений, кукурузы – раньше молочно-восковой спелости)	нарушение сроков уборки трав (оптимальные фазы – начало колошения злаковых и бутонизация бобовых растений)
не измельчение растений до 10 мм (целого зерна в силосе не должно быть)	длительное проявление зеленой массы (более 1-2 дней)	длительное просушивание трав (более 2-х дней)
доступ воздуха к силосуемой массе растений	высокая влажность зеленой массы	просушивание зеленой массы трав в прокосах на открытом солнце, влекущее за собой разрушение каротина
попадание земли в ямы	медленное заполнение сенажных ям	–
медленное заполнение ям (более чем за 1 день)	–	–
высокая влажность многолетних трав перед силосованием	–	–
не соответствие фазы развития растений, оптимальной для силосования (силосование многолетних трав в фазу позднее колошения злаковых и бутонизации бобовых растений, кукурузы – раньше молочно-восковой спелости)	–	–

с различной плотностью загрязнения почв  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  указывают на низкие зоотехнические показатели качества кормов независимо от уровня кислотности почв, их обеспеченности подвижными формами калия и фосфора, гумусом. Восполнение дефицита макро- и микроэлементов в рационах КРС должно носить адресный характер и основываться на результатах исследований фактического содержания минеральных элементов в кормах каждой конкретной сельскохозяйственной организации с дополнительным применением минерально-витаминных премиксов и белково-минерально-витаминных добавок.

#### Литература

1. Сарасеко, Е.Г. Проблемы получения качественной растениеводческой продукции на загрязненных радионуклидами территориях / Е.Г. Сарасеко, А.Г. Подоляк, Е.И. Дегтярева // Веснік Мазырскага дзяржаўнага педагагічнага ўніверсітэта імя І.П. Шамякіна – 2012. – №.2 (35). – С. 46-53.
2. Сарасеко, Е.Г. Возможности получения качественных кормов на загрязненных радионуклидами территориях / Е.Г. Сарасеко, А.Г. Подоляк, Е.И. Дегтярева // Трансграничное сотрудничество в области экологической безопасности и охраны окружающей среды: матер. II Междунар. науч.-практич. конф., Гомель, 23 ноября, 2012; редкол.: О.Г. Акушко О.В. Ковалева. – Гомель: УО ГГУ им. Ф. Скорины, 2012. – С. 110-114.



3. Сарасеко, Е.Г. Влияние особенностей торфяных почв Республики Беларусь на качественный состав грубых кормов / Е.Г. Сарасеко, Е.И. Дегтярева // Современные экологические проблемы устойчивого развития Полесского региона и сопредельных территорий: наука, образование, культура: материалы V Междунар. науч.-практич. конф., Мозырь, 25-26 октября, 2012; редкол.: О.Г. Акушко, В.А. Бахарев [и др.]. – Мозырь: УО МГПУ им. И.П. Шамякина, 2012. – С. 272-274.
4. Справочник нормативов трудовых и материальных затрат для ведения сельскохозяйственного производства / Нац. акад. наук Беларуси; Ин-т экономики; Центр аграрной экономики; под ред. В.Г. Гусакова; сост. Я.Н. Бречко, М.Е. Сумонов. – Минск: Бел. наука, 2006. – 709 с.
5. Щеглов, В.В. Корма. Приготовление, хранение, использование / В.В. Щеглов, Л.Г. Боярский. – Москва: Агропромиздат, 1990. – С. 173-178.
6. Магниевые удобрения на дерново-подзолистых почвах: аналитический обзор / И.М. Богдевич, О.Л. Ломонос. – Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2009. – 40 с.
7. Григорьев, Н.Г. Резервы кормопроизводства // Оценка питательности кормов по обменной энергии / Н.Г. Григорьев. – М.: Моск. рабочий, 1987. – С. 109-128.

#### **Summary**

**E.G. Saraseko**

#### **MINERAL NUTRITION IMPROVEMENT OF FORAGES IN RADIONUCLIDE-CONTAMINATED AREAS**

Research studies show that reference (statistically average) data doesn't reflect real nutrient values of forages to the full extent. Actual data obtained during the studies vary upwards and downwards in terms of reference values for the content of basic zootechnic indices to 1,2-3,0 times. These fluctuations are observed due to specific characteristics of edaphic-climatic zone where the farm plants are cultivated, quantity and type of applied fertilizers, types of feed crops, crop sequence in crop rotation, and different feed procurement and storage conditions. Replacement of limited macro- and microelements in cattle diets should follow a graded approach and be based on the research findings about actual content of mineral elements in feedstuffs of a particular agricultural organization with additional application of vitamin-mineral premixes and protein-vitamin-mineral additives.

*Поступила 12 марта 2013 г.*