

ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ КАЛЬЦИЯ И ФОСФОРА В СИЛОСЕ И СЕНАЖЕ В УСЛОВИЯХ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

И. М. РЕВЯКИН, Е. Л. ПОНОМАРЕВА, Т. Н. МОРОЗОВА

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь, 210026

(Поступила в редакцию 17.11.2023)

В статье представлены материалы сравнительного анализа содержания кальция и фосфора в кукурузном силосе и разнотравном сенаже. Материалом для исследований послужили пробы сенажа и силоса, доставленные из различных районов Витебской области. Величина каждой выборки составила 100 проб, что позволило избежать ненормального распределения и увеличить степень достоверности разницы. Анализ проб проводился на базе НИИ ПВМ и Б УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины», согласно методикам, изложенным в соответствующих стандартах. Показано, что в сенаже этих макроэлементов содержится больше, но в обоих кормах их концентрация зависит от количества сухого вещества. Наиболее сильно с этим показателем связан кальций в сенаже ($r = 0,85$). Связь фосфора – ($r = 0,66$). В случае с силосом – картина противоположная. В этом корме с сухим веществом, в большей степени, связан фосфор ($r=0,75$). Коэффициент для аналогичной связи с кальцием составил 0,61. Рассчитанные коэффициенты вариации для сухого вещества показали, что наиболее сильно варьирует кальций в силосе (28,60 %), а наиболее стабилен фосфор в сенаже (15,48 %). На основании проведенного анализа кальций-фосфорного соотношения можно утверждать, что данный показатель у 79 % проб сенажа имеет нормальное кальций-фосфорное соотношение для лактирующих коров и лишь 8 % подходит для сухостойных. Для силоса характерна обратная тенденция. Только 35 % проб здесь соответствуют нормам для лактирующих, а 70 % – для сухостойных коров.

Ключевые слова: кальций, фосфор, силос кукурузный, сенаж, сухое вещество.

The article presents materials for a comparative analysis of calcium and phosphorus content in corn silage and forb haylage. The material for the research was samples of haylage and silage delivered from various regions of the Vitebsk region. The size of each sample was 100 samples, which avoided non-normal distribution and increased the degree of reliability of the difference. Sample analysis was carried out on the basis of the Research Institute of Applied Veterinary Medicine and Biotechnology of EE "Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine", according to the methods set out in the relevant standards. It has been shown that haylage contains more of these macroelements, but in both feeds their concentration depends on the amount of dry matter. The most strongly related to this indicator is calcium in haylage ($r = 0.85$). Phosphorus bond – ($r = 0.66$). In the case of silage, the picture is the opposite. In this feed, phosphorus is mostly associated with dry matter ($r = 0.75$). The coefficient for a similar relationship with calcium was 0.61. The calculated coefficients of variation for dry matter showed that calcium varies the most in silage (28.60 %), and phosphorus in haylage is the most stable (15.48 %). Based on the analysis of the calcium-phosphorus ratio, it can be stated that this indicator in 79 % of haylage samples has a normal calcium-phosphorus ratio for lactating cows and only 8 % is suitable for dry cows. The opposite trend is typical for silage. Only 35 % of the samples here meet the standards for lactating cows, and 70 % for dry cows.

Key words: calcium, phosphorus, corn silage, haylage, dry matter.

Введение

Известно, что наряду с балансом основных питательных веществ (белков, жиров и углеводов) для любого млекопитающего крайне важен и баланс минеральных веществ. Среди последних приоритетное значение играют такие макроэлементы, как кальций и фосфор. В этом плане, организм крупного рогатого скота, не только не является исключением, но имеет свои особенности.

Кальций является основным минеральным структурным компонентом костной ткани. Кроме того, его ионы используются в мышечном сокращении, повышают проницаемость клеточных мембран для ионов калия, влияют на натриевую проводимость клеток, на работу ионных насосов, способствуют секреции гормонов, участвуют в каскадном механизме свертывания крови, а также служат весьма важными посредниками во внутриклеточной передаче сигналов [2]. У лактирующих коров значительное количество кальция выводится из организма с молоком (до 1,3 г на 1 литр) [4].

Фосфор в организме содержится в составе неорганических (фосфаты кальция, магния, калия и натрия) и органических (углеводы, липиды, нуклеиновые кислоты и др.) соединений. Роль фосфорных соединений заключается в том, что они служат пластическим материалом, участвуют в регуляции КОС и в различных процессах обмена углеводов, жиров и белков. Фосфор задействован в образовании нуклеиновых кислот, нуклеотидов, фосфолипидов и других соединений. У крупного рогатого скота значительное количество фосфатов содержится в слюне, которые выступают как компонент буферной системы, а также необходимы для роста микроорганизмов в рубце [4].

Отличительной особенностью данных макроэлементов заключается в тесной сопряженности их обмена, что обуславливает необходимость поддерживать их определенное соотношение в рационе. Считается, то данный показатель для сухостойных коров составляет 0,8–1,5 : 1, а для лактирующих –

1,5–2 : 1 [3]. При этом, Н. Разумовский [9] считает, что в последнем случае соотношение должно быть 1,6–2 : 1, при учете только доступного фосфора, а не общего.

Одними из наиболее популярных кормовых средств, используемых при содержании крупного рогатого скота как в нашей республике, так и за рубежом, являются силос и сенаж. Содержания в них кальция и фосфора лимитируется многими факторами. В их совокупность, прежде всего, входит травяной состав. В частности, С. Ардаширов с соавторами [1] констатирует, что силос горохово-овсяный по концентрации фосфора (1,5 г) превосходит кукурузный на 1,2 г, а его количество в сенаже горохово-овсяной смеси – 1,6 г (соответственно на 1 и 0,6 г больше, чем в клеверном и люцерновом). Относительно кальция, авторы приводят данные, что этого макроэлемента больше всего люцерновом сенаже (11 г), а в клеверном и разнотравном его соответственно в 2 и в 4 раза меньше. Богат кальцием также люцерновый силос: в нем 6,2 г в 1 кг сухого вещества. Это почти в 3 раза выше, чем в разнотравном, и в 4,5 раза — чем в кукурузном.

Кроме этого, отмечено, что на содержания кальция в растительных кормах оказывают влияния такие факторы, как температура воздуха в вегетационный период (при повышенной – больше), а также количество внесенных минеральных удобрений, что связано с составом почв, который оказывает сильное влияние и на содержания в растениях фосфора [8]. Для этого нутриента также характерно неравномерное накопление в различных частях растения. Следовательно, определенное значение здесь играет и фаза вегетации [9]. Существуют и другие факторы, влияющие на степень накопления кальция и фосфора в растениях.

Совокупное действие факторов приводит к тому, что силос и сенаж, имеющие идентичный состав, но заготовленные в различных районах, могут сильно отличаться друг от друга по концентрации в них кальция и фосфора. В частности, на это указывает исследование Ф. С. Габадулиной с соавторами, в котором показана разница по упомянутым макроэлементам в разных районах Татарстана, Российской Федерации [10].

В связи с вышеизложенным основная цель нашей работы была направлена на установления разницы в содержании кальция и фосфора в сенаже и кукурузном силосе, заготовленных в разных районах Витебской области Республики Беларусь.

Основная часть

Материалом для исследований послужили пробы разнотравного сенажа и кукурузного силоса, доставленные из различных районов Витебской области. Величина каждой выборки составила 100 проб, что позволило избежать ненормального распределения и увеличить степень достоверности разницы. Анализ проб проводился на базе НИИ ПВМ и Б УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины», согласно методикам изложенных в соответствующих стандартах [5, 6, 7].

Весь цифровой материал был обработан общепринятыми статистическими методами. Статистическая значимость рассчитывалась путем использования коэффициента Стьюдента с применением программ «Microsoft Excel№» и «STATISTICA 12».

В результате проведенных исследований были получены данные, касающиеся количественного содержания кальция и фосфора в кукурузном силосе и разнотравном сенаже, помещенные в таблицу.

Показатели особенностей содержания кальция и фосфора в кукурузном силосе и разнотравном сенаже

| Показатели содержания | Кальций | | Фосфор | |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Силос | Сенаж | Силос | Сенаж |
| При натуральной влажности, г/кг | 0,86±0,032* | 2,16±0,070* | 0,62±0,018* | 1,21±0,039* |
| Коэффициент вариации, % | 37,43 | 32,41 | 28,36 | 32,21 |
| При натуральной влажности, % | 0,09±0,003 | 0,22±0,007 | 0,06±0,002 | 0,12±0,004 |
| В сухом веществе, г/кг | 3,68±0,105* | 6,49±0,101* | 2,67±0,051* | 3,70±0,088* |
| Коэффициент вариации, % | 28,60 | 15,48 | 19,05 | 23,89 |
| В сухом веществе, % | 0,37±0,011 | 0,65±0,010 | 0,27±0,005 | 0,35±0,009 |
| Кальций фосфорное соотношение | 1,39* | 1,84* | – | – |
| Коэффициент вариации, % | 21,12 | 37,09 | – | – |

Примечание: разница достоверна при $p \leq 0,001$ для всех сравнений.

Как следует из данных представленной таблицы, из двух указанных кормов, при их натуральной влажности, наиболее богат кальцием и фосфором разнотравный сенаж. В нем, по сравнению с кукурузным силосом на 1 кг сырой массы, кальция больше в 2,5 раза или на 1,3 г. В процентном эквиваленте данная разница составила 0,13 %. Преимущество этого вида корма, по содержанию фосфора, является менее выраженным. В этом случае содержание макроэлемента превысило аналогичное только в 2 раза, или на 0,59 г, что в процентном эквиваленте равно всего лишь 0,06 %.

Между тем, данное сравнение не является полным, поскольку в обоих видах корма большую массовую долю составляет влага, количество которой существенно различается. Так, в исследованных выборках, для сенажа, содержание сухого вещества в среднем стабилизировалось на уровне 33,68 %, а для силоса – 23,18 %. В связи с этим, при пересчете на сухое вещество, содержание кальция увеличилось в сенаже в 3 раза или на 4,33 г, а в силосе – в 4,3 раза или на 2,82 грамм. Концентрация фосфора также заметно возросла. В сухом веществе сенажа присутствие данного нутриента превысило таковое при натуральной влажности в 3,1 раза, или на 2,49 грамма. Для силоса аналогичные величины составили: 4,3 раза или 2,05 грамма. Иными словами, содержание фосфора в сухом веществе увеличилось примерно во столько же, во сколько и кальция, что является легко объяснимым фактом.

С учетом влажности корма изменилась и разница между количеством анализируемых макроэлементов между сенажом и силосом. В частности, в сухом веществе сенажа концентрация кальция оказалась больше, чем в кукурузном силосе в 1,8 раза или на 2,81 г, что соответствует 0,28 %. Аналогичные показатели для фосфора составили 1,4 раза, 1,03 г и 0,08 %.

Вместе с тем средние показатели по выборке, особенно если она большая, не всегда характеризуют ее достаточно полно. С целью дополнения полученных данных, нами был проведен ряд дополнительных расчетов.

На основании того, что содержание кальция и фосфора в кормах зависит от влажности последних, мы рассчитали коэффициенты корреляции процента сухого вещества с содержанием в них этих нутриентов. В итоге были получены положительные величины, иллюстрирующие довольно высокие прямые зависимости. Наиболее сильно с процентным присутствием сухого вещества связан кальций в сенаже, где коэффициент корреляции составил 0,85. Аналогичная величина для фосфора оказалась равной 0,66. В случае с силосом, картина оказалась противоположенной. В этом корме с сухим веществом, в большей степени связан фосфор ($r=0,75$). Коэффициент для аналогичной связи с кальцием составил 0,61.

Известно, что цифровые значения коэффициента корреляции отчасти зависят от размаха варьирования показателей, который хорошо иллюстрирует, рассчитанный нами, коэффициент вариации. Анализируя этот показатель (табл. 1), следует обратить внимания на несколько тенденций. Во-первых, при натуральной влажности он выше, чем в сухом веществе, что напрямую зависит от количества сухого вещества в корме. Во-вторых, наиболее сильно, во влажных кормах, варьирует кальций, особенно в силосе. А вот изменчивость содержания фосфора в этом виде корма минимальная. В сухом веществе, при снижении показателя на 8,83 %, по-прежнему максимально изменчив кальций в силосе. Для этого же элемента, находящегося в сенаже, характерно второе по величине значение с разностью 4,79 %. Наиболее же стабильным является содержание кальция в сенаже.

Сенаж, в отличие от силоса, является кормом разнотравным, состав которого сильно изменяется в разных хозяйствах. Поэтому, логично было бы ожидать наибольшей изменчивости содержания кальция именно в нем, но в реальности этого не происходит. Следовательно, накопление этого макроэлемента, в большей степени, зависит от состава почв и других факторов. Фосфор же в сухом веществе силоса варьирует относительно слабо, что дает основания полагать о большой его связи с видовыми свойствами корма.

Количественное присутствие кальция и фосфора в кормах, а также вариация этих макроэлементов оказывает сильное влияние на такой важный показатель, как кальций фосфорное соотношение. В отличие от предыдущих показателей, он не зависит от влажности корма. В исследованных нами выборках средние показатели кальций фосфорного отношения у сенажа соответствуют норме для лактирующих коров (1,5–2:1), а у силоса – несколько ниже ее, но приемлемо для коров сухостойных (0,8–1,5:1). Однако, следует учитывать, что как и все показатели это соотношение также варьирует. Причем, коэффициент вариации для сенажа гораздо выше, чем для силоса (таблица). При более подробном рассмотрении выборок становится очевидным, что 79 % проб сенажа имеют нормальное кальций фосфорное соотношение для лактирующих коров и лишь 8 % подходит для сухостойных. Для силоса характерна обратная тенденция. Только 35% проб здесь соответствуют нормам для лактирующих, а 70 % – для сухостойных коров. Следовательно, на практике, при скармливании данных кормом, во многих случаях, данный показатель необходимо балансировать.

Заключение

Таким образом, проведенное нами исследование показало, что кукурузный силос и разнотравный сенаж имеют существенные особенности, касающиеся содержания в них кальция и фосфора. В целом, данными макроэлементами более богат сенаж. Однако, следует учитывать, что их количество

сильно зависит от влажности, с которой эти нутриенты связаны по-разному. Наиболее сильно от величины присутствия сухого вещества зависит содержание кальция в сенаже, а в силосе – фосфора, что необходимо учитывать при заготовке кормов. Кроме того, в сухом веществе сенажа наиболее сильно варьирует фосфор, а в силосе – кальций. Данный факт, в совокупности с количественным содержанием, нашел свое отражение в кальций фосфорном соотношении, которое в сенаже, в большей степени соответствует норме для лактирующих коров, а в силосе – для сухостойных. Вместе с тем это утверждение не является абсолютным, что, во многих случаях, определяет необходимость корректировки этого показателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ардаширов, С. Макроэлементы и продуктивность скота / С. Ардаширов, Ф. Шагалиев, Д. Шамсутдинов // Животноводство России. – 2018. – № 7. – С. 51–52.
2. Биологическая химия с упражнениями и задачами / С. Е. Северин [и др.]; под. ред. С. Е. Северина. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 624 с.
3. Булгакова, Г. Рацион коров: важность кальций фосфорного отношения / Г. Булгакова // Комбикорма. – 2014. – №3. – С. 85–87.
4. Васильева, С. В. Клиническая биохимия крупного рогатого скота / С. В. Васильева, Ю. В. Конопатов. – Изд. 2-е. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 188 с.
5. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения кальция: ГОСТ 26570–95. – Взамен ГОСТ 26570–85. введ. РБ 01.01.97. – Минск: Межгосударствен. совет по стандар., метрол. и сертиф., 2007. – 14с.
6. Корма растительные. Методы определения содержания влаги: ГОСТ 27548-97. – Взамен ГОСТ 27548-87; введ. РБ 01.01.97. – Минск: Межгосударствен. совет по стандар., метрол. и сертиф., 2004. – 8 с.
7. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора: ГОСТ 26657–97. – Взамен ГОСТ 26657–85. введ. РБ 01.01.99. – Минск: Межгосударствен. совет по стандар., метрол. и сертиф. – 10 с.
8. Минеральные элементы в кормах и способы их анализа: монография / В. М. Косолапов [и др.]. – Москва: ООО «Угрешская типография», 2019. – 272 с.
9. Разумовский, Н. Фосфорное питание жвачных / Н. Разумовский // Животноводство России. – 2023. – № 2. С. 56–58.
10. Содержание минеральных элементов в кормах в зависимости от зональных особенностей / Ф. С. Гибадулина [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 11. – С. 47–49.