

Министерство высшего образования и науки
Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии,
биохимии и питания животных - филиал ФГБНУ «Федеральный
научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»
(ВНИИФБиП)

«У Т В Е Р Ж Д А Ю»

Директор института,
д.б.н., профессор

Е. Л. Харитонов

« _____ » 2020 г.



О Т Ч Е Т

по договорной тематике

**Исследование по определению доступности для усвоения
магния из двух его источников и из основного рациона без
использования магниевых добавок на дойных коровах в
производственных условиях на базе вивария института**

Боровск, 2020 г.

Задача исследований первого этапа: определить переваримость жира и усвояемость энергии в кормовом продукте на основании дифференцированных балансовых опытах на коровах

Усвояемость минеральных веществ. Видимое усвоение минеральных веществ у животных определяют по разности между содержанием минеральных элементов в суточном количестве корма и кала. Однако величина усвояемости при этом получается меньше действительной, так как к минеральным элементам корма, находящимся в пищеварительном тракте, примешиваются элементы эндогенного происхождения.

Эндогенная фракция выделенного с калом минерального элемента формируется за счет секреции его со слюной, желчью, соком поджелудочной железы, а также поступления в просвет желудочно-кишечного тракта из плазмы крови и из десквамированного эпителия. В моче содержатся элементы только эндогенного происхождения. Известно, что эндогенная секреция является важным механизмом регуляции гомеостаза минеральных элементов. Эндогенную фракцию их в кале и моче подразделяют на два компонента - первичный и вторичный. Первичный компонент - это количество элемента, неизбежно теряемое организмом в процессе жизнедеятельности (неизбежные потери). Первичный компонент эндогенных потерь определяют методом специфической пищевой деплеции или на голодающих животных. Вторичный компонент - это количество элемента, выделяемое из организма сверх неизбежных потерь. С этой фракцией экскретируется избыток всосавшегося элемента. Общие эндогенные потери оценивают с помощью радиоактивных или стабильных изотопов, а вторичный компонент - по разнице между общей фракцией и первичным компонентом. При изучении потребности в минеральных элементах (истинного усвоения) определяют как общие эндогенные (количество элемента, выделяющееся из организма при минимальной или оптимальной потребности), так и неизбежные потери. Например, если элемент выделяется преимущественно через почки, то следует учитывать его минимальные потери с мочой.

Следует отметить, что эндогенные потери минеральных веществ не являются постоянной величиной и их соотношение с неуسوенным количеством элемента изучено недостаточно. Величина эндогенных потерь зависит от живой массы, возраста и физиологического состояния животных, эффективности всасывания, состава рациона, потребления сухого вещества корма и изучаемого элемента, влияния синергистов и антагонистов и даже температуры окружающей среды. Тем не менее при расчете потребности факториальным методом эндогенные потери минеральных элементов принимают за константу (усредненный показатель), что является одним из недостатков этого метода.

Отношение эндогенной фракции к общей экскреции элемента с калом является более постоянным. По нашим данным, у животных эндогенные потери Са с калом возрастали в несколько раз при увеличении его количества в рационе, однако доля их от общего содержания Са в кале колебалась в небольших пределах (7-13 %), составляя в среднем 10 %. При увеличении содержания Р в рационе и уменьшении отношения Са:Р с 1,5:1,0 до 1,1:1,0 эндогенные потери Са возрастали почти в 2 раза. Величина эндогенных потерь Р с калом находилась в прямой зависимости от

содержания этого элемента в рационе ($r = 0,97$). Однако доля эндогенной фракции Р в кале была по существу величиной постоянной (18 %) и не зависела от возраста животных, структуры рациона, содержания в нем Са, Р и их соотношения (Кузнецов С.Г., 1988).

У телок, содержащихся на пастбище и получавших 50 % требуемого количества Р, эндогенные потери его с калом составляли 10-28 мг/кг живой массы в сутки (в среднем 72 % общей фекальной экскреции) и тесно коррелировали с потреблением сухого вещества корма и Р, а также с концентрацией неорганического Р в плазме крови. Содержание Р в крови и слюне определяет интенсивность эндогенной экскреции его с калом и оказывает существенное влияние на регуляцию обмена этого элемента при низком его потреблении (Coates D.V. et al., 1992). Согласно немногочисленным данным литературы, эндогенная секреция Mg с калом и мочой у коров составляет от 2 до 6 мг/кг живой массы в сутки. У лактирующих коров, получавших два рациона (люцерновое сено и сено + кукурузный силос), эндогенные потери Са с калом составляли 31 мг/кг живой массы в сутки, а Р - 12 мг/кг (Martz F.A. et al., 1990).

В условиях России эндогенные потери Са у коров с калом и мочой составляли 9-28, в Англии - соответственно 15,7, в США - 15,4, на Кубе - 15-17 мг/кг живой массы в сутки. В Японии на голодающих коровах при температуре помещения 18 и 36° С определены следующие эндогенные потери минеральных элементов (мг/кг живой массы в сутки): Са - 11,2 и 13,7 (с калом) и 0,1 (с мочой); Р - соответственно 7,6 и 9,4; 4,3 и 7,1; Mg - соответственно 2,3 и 3,0; 0,1 (Kume S., 1992). Английские исследователи считают, что экскреция эндогенного Р у коров при нулевом его потреблении приближается по значению к потребности на поддержание жизни, и для расчетов используют величину эндогенных потерь 10 (с калом) и 2 (с мочой) мг/кг живой массы в сутки (ARC, 1980). В других странах приняты следующие параметры эндогенных потерь Р с калом и мочой (мг/кг живой массы в сутки): США — 14,3; Россия — 20-22; Франция — 20-25; Голландия - 14-22; Куба - 26.

Макроэлементы Na, K и Cl всасываются почти полностью (более 85 %), однако в химусе всегда содержится большое их количество. Это свидетельствует о том, что в кале присутствуют оба компонента эндогенных потерь. Вместе с тем колебания содержания Na, K и Cl в кале коров не так значительны. Основная часть этих электролитов экскретируется через почки, причем пределы колебания концентрации их в моче очень большие (см. табл. 2). Следовательно, с мочой выделяется основная доля избытка Na, K, Cl, в связи с чем общее количество этих элементов в моче нельзя принимать за неизбежные эндогенные потери.

Эндогенные потери Na, K, Cl у коров неодинаковы и зависят от потребления сухого вещества корма и концентрации в нем элементов. Так, по данным Георгиевского В.И. и соавт. (1979), в сутки с калом и мочой у коров выделяется 13 и 4 мг/кг живой массы эндогенного Na и 25 мг/кг Cl (с калом). По сообщению других авторов (ARC, 1980), у коров эндогенные потери Na, K и Cl составляют: с мочой — соответственно 20, 35 и 20; с потом — 0,6, 0,4 и 0,8; с калом — 8, 4,5 и 11 мг/кг живой массы в сутки. Зависимость эндогенных потерь электролитов с калом от их содержания в корме (г/сут) выражается следующими уравнениями: $Na = 0,086 \cdot Na \text{ в корме} + 2,88$; $Cl = 0,154 \cdot Cl \text{ в корме} + 3,96$. На 1 кг потребленного сухого вещества корма приходится 1 г эндогенного фекального K, или около 10 % от общего выделения его с калом. У коров суточные эндогенные потери Zn с калом и

мочой составляют 45 мкг/кг, у нетелей — соответственно 33 и 4-19 мкг/кг. Общие эндогенные потери Cu оцениваются в 7 мкг/кг живой массы в сутки. Эндогенные потери Se с калом у коров, получавших траву с низким его содержанием (0,035 мг/кг сухого вещества), варьировали от 109 до 183 мкг/кг, или 22-36 % от общей фекальной экскреции, что в среднем равно 0,25 мкг/кг в сутки. Общие эндогенные потери Mo у коров составили 3,7 мкг/кг.

Следовательно, при расчете истинного усвоения нужно из суточного количества элемента, выделенного с калом, вычесть его содержание в эндогенной фракции. Оценка величины истинного усвоения необходима для определения потребности животных в минеральных веществах факториальным методом. Однако в тех случаях, когда величина эндогенной секреции точно не установлена и ее доля в общей экскреции элемента с калом небольшая (не более 10 %), допускается использовать в расчетах величину видимого усвоения с последующим уточнением потребности. Некоторые авторы отождествляют понятия "истинное усвоение минеральных веществ", их "всасывание" и "доступность", что вносит определенную путаницу.

Мы обобщили собственные результаты и данные литературы по видимой усвояемости минеральных веществ у коров: по Ca и P - 93 балансовых опыта, Mg - 82, Na - 73, K - 67, Cl - 28, S - 58, Fe - 36, Cu - 85, Zn - 74, Mn - 70, J - 18, Co - 10, Mo - 8 балансовых опытов (табл. 2). Установлено, что усвояемость минеральных веществ зависит от возраста и физиологического состояния животных, обеспеченности их организма элементом и уровня его потребления, вида корма, его физической формы и способа подготовки к скармливанию, структуры рациона, наличия в нем хелатообразователей, антагонистов, поверхностно-активных веществ, химической формы и валентности элемента, растворимости в химусе и т.д. (Кузнецов С.Г., 1992).

По данным многолетних исследований Шевелева Н.С. (1991), при одинаковой концентрации Cu, Zn, Mn, Fe в рационе коров с разной молочной продуктивностью (3700, 4700 и 5800 кг молока за лактацию) не наблюдается существенных различий относительных показателей абсорбции. Так, у телок и коров черно-пестрой, голштино-фризской пород и помесей F₁ не установлены существенные различия в усвоении, использовании и экскреции микроэлементов. При круглогодичном стойловом содержании с ежедневным моционом у дойных коров не отмечено негативных изменений в усвоении Cu, Zn, Mn и Fe, а также снижения их концентрации в молоке. При кормлении коров брикетированным монокормом (клевер + зерно ячменя молочно-восковой спелости) усвояемость и использование этих элементов на протяжении лактации варьировали в тех же пределах, что и при скармливании многокомпонентных рационов. Термическая обработка и измельчение кормов не уменьшали доступность из них микроэлементов.

При расчетах потребности животных в минеральных веществах факториальным методом усвояемость их из рациона принимают за постоянную величину. В некоторых странах у коров она составляет (%): Англия — Ca - 45, P - 55, Mg - 17, Cu - 4, Zn - 25, Mn - I; США — Ca - 38, P - 50, Mg - 25; Германия — Ca - 40, P - 30, Mg - 20, Na - 80, Cu - 10, Zn - 35, Mn - I, Se - 35; Россия — Ca - 35, P - 50, Mg - 25, Na - 87, K - 87, Cl - 95, S - 58, Fe - 10, Cu - 27, Zn - 48, Mn - 14, Co - 17, J - 25, Se - 35, Mo - 42.

В связи с вышеизложенным представляется практически важным провести сравнительный анализ эффективности использования кормовой добавки «АгроМаг®» с традиционно принятыми (оксид магния).

2. Цель и задачи исследования

Цель работы - изучить усвояемость магния из гидроокиси магния и окиси магния

Материалы и методы исследований

Экспериментальная часть работы проведена в условиях вивария института на коровах холмогорской породы 2-3 лактации на 7-8 месяце лактации. Содержание коров привязное, кормление из кормушек при постоянном доступе к кормам и воде.

Исследования проведены методом групп-периодов на 6-ти головах продолжительностью 28 дней каждый период. Во время опыта коровы получали сено-силосно-концентратный рацион согласно живой массе и уровню молочной продуктивности (табл.1). В первый период коровы получали основной рацион, а во второй период коровы были разделены на две группы (по 3 головы), каждая из которых дополнительно к рациону получала или 30 г окиси магния (1-ая группа), или 40 г гидроокиси магния марки «Агромаг®» (2-ая группа). Физико-химические характеристики минеральных добавок, служащих источником магния, приведены в Приложении 1.

В конце каждого периода были проведены балансовые опыты для определения потребления и использования магния с кормом с учетом

остатков кормов, а также выделении его с калом, мочой и молоком. В пробах кормов, кала, мочи и молока определяли концентрацию магния.

На основе баланса магния в на основном рационе и при использовании магниевых добавок проводили расчет усвояемости магния из изучаемых его источников дифференцированным методом.

Таблица 1. Рацион кормления коров в опыте

Показатели	Периоды опыта		
	Основной рацион	1-ая группа	2-ая группа
Сено, кг	2,0	2,0	2,0
Комбикорм*, кг	4,3	4,3	4,3
Силос кукурузный, кг	17,5	17,5	17,5
Окись магния, г	0	30	0
Гидроокись магния «АгроМаг®», г	0	0	40

**-Состав комбикорма: Ячмень 24%, пшеница 24%, овес 24%, подсолнечный шрот -24%, трикальций фосфат 1.5%, поваренная соль 1,5%, Премикс -ПК-60-01-1%.*

Достоверность различий между группами определяли с использованием критерия t-тест по методу парных сравнений.

Результаты исследований

Анализируя результаты опытов, следует отметить, что баланс изучаемого элемента во всех группах был положительным. Ввод источников магния в рацион не оказывал влияние на потребление основных кормов. Остатки были не существенными. Обеспеченность

рационов магнием была выше во все периоды была несколько выше норм потребностей при данной продуктивности.

Из основного рациона магний усваивался достаточно хорошо (33,9%). (табл.2). Основное выделение магния происходило с калом и незначительная часть выделялась с молоком и мочой. Увеличение содержания магния в рационе за счет ввода дополнительных его источников, сопровождалось большими достоверными выделениями этого элемента с калом, но усвоение магния из рационов при этом повышалось до 41-42%, за счет, вероятно, лучшей усвояемости его из минеральных испытуемых источников по сравнению с основными кормами (сено, силос, комбикорм). Выделение магния с мочой и молоком, при этом, достоверно не изменялось. Ретенция магния в организме коров опытных групп была значительно выше, чем на основном рационе. Достоверных различий ни по одному из изученных показателей между опытными группами не обнаружено.

Таблица 2. Баланс магния в организме коров

	Основной рацион	1-ая группа	2-ая группа
Потреблено, г	15,81±0,57	26,46±0,55	26,64±0,53
Выделено, г:			
с калом	10,54±0,26	15,6±1,28**	15,4±0,29**
Усвоено магния из рациона, %	33,9±1,1	41,2±3,9**	42,1±0,61**
Выделено, г:			
мочой	1,06±0,072	1,21±0,064	0,88±0,078
молоком	0,92±0,003	0,86±0,015	0,75±0,015
отложено	3,54±0,2	9.56±1.41**	10.1±0.18**
	Исходные данные для расчета усвояемости магния из препарата		

Принято магния смеси, г	из		11,32±0.01	11,5±0.01
Выделено калом рациона (расчетные данные)	с из		10,0±0,36	10,0±0,36
Выделено калом источника	с из		5,56±1,01	5,38±0,18
Усвояемость магния источника, %	из		50,5±4,82	53,1±1,59

** - достоверность различий с основным рационом при $p=0.05$

Пример схемы расчета усвоения магния из источников:

1. Принято магния с основным рационом в опыте с добавками 26,46-
 $11,32=15,14$ г, с добавкой оксида магния 30 г.
2. В кале магний из основного рациона = $15,14 \cdot 0,661=10,0$ г
3. В кале магний от добавки = $15,6-10,0=5,6$ г
4. Усвояемость магния добавки = $1-5,6/11,32=50,5\%$

Заключение

- Проведенные исследования позволили оценить усвояемость двух источников магния в кормлении коров на уровне 50,5% для оксида магния и 53,1% для гидроксида магния в опытах на дойных коровах, что выше чем из кормов рациона в 1,47-1,57 раза.

- Ввод источников магния в рацион не оказывал влияние на потребление основных кормов. Остатки были не существенными.

Приложение 1. Физико-химические характеристики используемых источников магния

Наименование материала		Гидроксид магния «АгроМаг»	Оксид магния
Химический состав ¹ , %	MgO	63,9	79,4
	CaO	2,3	9,2
	SiO ₂	3,2	1,6
	Fe ₂ O ₃	0,06	1,1
Потери массы при прокаливании ² при 1000 °С, %		30,8	2,0
Средний размер зерна ³ , D ₅₀ , мкм		64,3	11,9
Влажность ⁴ , %		0,21	0,29
Насыпная плотность ⁵ , кг/ м ³		1009	730

Характеристики измерены Заказчиком на собственном оборудовании согласно

1 - ГОСТ Р 55410

2 - ГОСТ 2642.2

3 - при помощи лазерного дифракционного анализатора. Подготовку и проведение анализа, а также обработку полученных результатов осуществляют в соответствии с инструкцией к прибору. Контроль гранулометрического распределение частиц - по ISO 13320:2009.

4 - ГОСТ 2642.1, с помощью цифрового анализатора влажности весового

5 - ГОСТ 8269.0