

*О.И. Скоромна¹, к.с.-х.н., доцент,
М.Ф. Кулык², д.с.-х.н., член-корреспондент НААН Украины,
Т.А. Дидоренко², научный сотрудник*

¹Винницкий национальный аграрный университет, Винница, Украина

²Институт кормов и сельского хозяйства Подолья НААН Украины, Винница, Украина

НОВЫЕ ПРИНЦИПЫ БАЛАНСИРОВКИ КАЛЬЦИЯ И ФОСФОРА НА ПРОДУКЦИЮ МОЛОКА И ОБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ОРГАНИЗМЕ КОРОВ

О.И. Skoromna¹, M.F. Kulyk², T.A. Didorenko²

¹Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

²Institute of feed and agriculture Podillia of the NAS of Ukraine, Vinnitsia, Ukraine

NEW PRINCIPLES OF BALANCING OF CALCIUM AND PHOSPHORUS ON MILK PRODUCTION AND EXCHANGE PROCESSES IN THE ORGANISM OF COWS

e-mail: oksanas7777@rambler.ru, fri@mail.vinnica.ua

В основу балансировки потребности кальция на продукцию молока и обменные процессы в организме положено коэффициент использования сырого протеина рациона на синтез белка молока, который в зависимости от уровня суточного надоя и находится на уровне от 20 до 30%. Потребность в кальции включает наличие кальция в 1 кг молока, что составляет 1,2 г, а также выделение его с молоком в суточном надое, то есть, потребность для образования молока. Общая потребность в кальции для коров разного уровня производительности включает потребность в нем на образование молока и обменные процессы в организме. В таком случае из организма коровы с удоем 40 кг молока выделяется 48 г кальция, и в мышечной ткани и различных жидкостях организма содержится 5 г кальция, что в сумме составляет 53 г Ca. При общей потребности 202 г его усвояемость составляет 21,2%. Таким образом, на образование молока необходимо 185 г или 91,6% кальция от общей потребности и на обменные процессы в организме – лишь 8,3%. Потребность фосфора на образование 40 кг молока для коров живой массой 600 кг составляет 83,3% от общей потребности, а на обменные процессы – 16,6%.

Ключевые слова: кальций; фосфор; коровы; молоко; живая масса; потребность; коэффициент усвоения; сухое вещество.

In the basis of balancing calcium requirements for milk production and metabolic processes in the body, the ratio of the use of the raw protein of the diet to milk protein synthesis is laid, which, depending on the level of daily milk yield, is at the level of 20 to 30%. The need for calcium includes the presence of calcium in 1 kg of milk, which is 1.2 grams, as well as the allocation of it with milk in a day's milk yield, that is, the need for milk formation. The total need for calcium for cows of different levels of productivity includes the need for it for milk formation and metabolic processes in the body. In this case, 48 g of calcium are excreted from the cow's body with milk of 40 kg of milk, and 5 g of calcium are contained in muscle tissue and various body fluids, which in total amounts to 53 g of Ca. With a total requirement of 202 g, its digestibility is 21.2%. Thus, the formation of milk requires 185 g or 91.6% of calcium from the total demand and for metabolic processes in the body – only 8.3%. The phosphorus requirement for the production of 40 kg of milk for cows with live weight of 600 kg is 83.3% of the total demand, and for metabolic processes – 16.6%.

Keywords: calcium; phosphorus; cows; milk; live weight; need; coefficient of assimilation; dry matter.

Введение. Около 98% кальция в теле животных содержится в скелете. В организме животных этот элемент является основным материалом для построения костной ткани, входит в состав всех клеток организма, участвует в регулировании реакции крови, возбудимости нервной и мышечной тканей, свертывания крови. От кальция зависит нормальная функция скелетной и сердечной мускулатуры, а также

гладкой мускулатуры, он необходим для протеолитического действия трипсина. Большая часть кальция необходима для образования молока. Преимущественная локализация кальция в костях на первый взгляд уменьшает его физиологические функции в организме. Однако уже небольшое снижение содержания кальция в сыворотке крови приводит к существенным нарушениям, в том числе – к функциональным расстройствам нервной системы [3].

Интенсивность усвоения кальция зависит от скорости переваривания корма, степени использования кальция микрофлорой рубца [7, 19]. На всасывание и использование кальция влияет много факторов, основными из которых количественное отношение его к фосфору, избыток в рационах калия, магния, жира, белка и клетчатки, наличие витамина D [20].

Гомеостаз кальция в организме животных при его недостатке поддерживается, с одной стороны, путем усиления всасывания в кишечнике, а с другой – путем увеличения резорбции из костей [10].

Удойных коров при длительном содержании на рационе с низким уровнем кальция наблюдается ломкость и хрупкость костей, снижается удой молока, но концентрация кальция в молоке практически не меняется. С обменом кальция тесно связано заболевание коров – родильный парез, что возникает в период отёла и характеризуется резким снижением кальция в сыворотке крови [8, 17].

В теле коровы содержится от 1,2 до 1,8% кальция, или 6–8 кг. Кальций вместе с фосфором составляют основную массу минеральных элементов, содержащихся в теле животного [8, 17].

Концентрация кальция в крови жвачных животных длительное время поддерживается на уровне 0,09–0,11 мг% благодаря усилению его всасывания в кишечнике и мобилизации из костей при дефиците кальция в рационе, что обусловлено регулятивным действием паратгормона и витамина D [10].

В стельных коров постепенно возрастает потребность в минеральных веществах, особенно в кальции, но при отеле она возрастает в разы из-за образования молозива. В первый день лактации потребность в кальции втрое больше, чем он доступен в организме [2].

Запасы кальция в вымени незначительные, их хватает для синтеза молока в 12:00. Запас кальция в крови практически не имеет значения для образования молока, потому что этого количества может хватить для образования 21 кг молока. Следовательно, эти запасы должны непрерывно пополняться из общего фонда кальция. Так называемый малый фонд, содержащий мобильный кальций, увеличивается во время лактации в 4,5 раза. В период стельности этот фонд составляет всего 40 г. Обмен кальция в молочных коров больше зависит от состава рациона, чем от абсолютных величин кальция в корме [3].

Избыток кальция в кормах не вызывает специфических изменений обмена веществ в организме животных и это наблюдал [19] когда коровы потребляли в составе рациона Ca более 1% СР. Высокое его количество может вызвать уменьшение переваримости протеина, нарушать абсорбцию микроэлементов, особенно цинка. В то же время, избыток кальция может повышать их производительность, в частности при кормлении коров кукурузным силосом [10].

Клиценко Г.Т. и др. [3] приводят данные о том, что наличие в кормах большого количества жира вызывает значительное выделение кальция с калом, поскольку его выделение происходит через желудочно-кишечный тракт.

Исследователи из Соединенных Штатов Америки Castillo et al. [11] отмечают, что общая экскреция на 39 Калифорнийских молочных фермах составляла 160 г/сутки, когда потребление Ca находилось в пределах 0,80% СР. Castillo et al. [11] оценили выведение Ca на 51 молочной ферме в Калифорнии и заметили, что потребление Ca было

186 г/сутки с колебаниями в диапазоне от 97 до 299 г/сут. При этом выделение с калом Са составило 150 г/сутки с колебаниями от 72 до 247 г/сут.

Так же как и кальций, фосфор составляет основу костной ткани. В организме фосфор широко распространен в составе фосфорной кислоты и ее соединений. Все синтетические процессы в организме животных связаны с образованием продукции (рост мышечной массы, синтез составных частей молока) и осуществляются с участием соединений фосфорной кислоты. Процессы фосфорилирования обеспечивают выполнение таких функций, как кишечная абсорбция, гликолиз и прямое окисление углеводов, почечная экскреция, транспорт липидов, обмен аминокислот [9]. Фосфор необходим для нормализации деятельности микроорганизмов, населяющих преджелудки животных. Азотобактер использует фосфор для построения нуклеопротеидов. Он играет значительную роль в обмене белков, жиров и углеводов, в синтезе ферментов, гормонов, витаминов, входит в состав белковых и небелковых органических соединений, содержится во всех клетках и жидкостях тела животных [3].

Фосфор, как и кальций, считается самым распространенным элементом в природе. Но чаще всего в рационах лактирующих коров ощущается дефицит фосфора, поэтому в связи с этим проведено много опытов для оценки эффективности скармливания фосфатов [3].

Абсорбированный фосфор поглощается тканями и секретруется молочной железой в молоко и в просвет пищеварительного тракта, где он подвергается реабсорбции или выводится с калом. Неорганический фосфор абсорбируется в кишечнике с такой же или большей скоростью, чем органический фосфор [12].

Фосфор выделяется из организма преимущественно в виде неорганических соединений с мочой (до 60%) и калом. В молочных коровах с калом выделяется 69%, с мочой – 3 и с молоком – 28% фосфора [3].

С возрастом животных усвояемость фосфора снижается. Эффективность этого процесса в организме коров зависит от обеспечения их витамином D и от содержания кальция в рационе: при избытке кальция всасывания его замедляется. В среднем усвоение фосфора в молочных коров составляет 39%. На усвоение фосфора влияет соотношение Са:Р. Оптимальным соотношением для дойных коров является 1,5:1 [1].

Целью работы является разработка новых принципов балансировки кальция и фосфора на продукцию молока и обменные процессы в организме коров.

Результаты и их обсуждение. Согласно рекомендациям NRC [17] потребность в кальции для коров составляет от 0,6 до 0,66% на сухое вещество кормов рациона. Расходы кальция на продукцию 1 кг молока колеблются в зависимости от количества белка в молоке. Это связано с породой животных. На 1 кг молока для голштинских коров нужно 1,22 г усвоенного кальция, джерсейских – 1,45 г, других пород – 1,37 г. Кальций в молоке находится, в основном, в виде комплексов с казеином, цитрат и фосфатами. Уровень кальция в молоке зависит от содержания этих соединений [16]. Эти данные свидетельствуют о том, что потребность в кальции для джерсейв больше, чем для голштинов.

Клиценко Г.Т. и др. [3] утверждают, что потребность в кальции зависит от уровня продуктивности коров и в некоторой степени определяется интенсивностью всасывания. В молочных коров она составляет 15 г для поддержания жизнедеятельности и по 2,5 г – на каждый кг молока жирностью 3,5%.

В основу балансирования потребности кальция на продукцию молока и обменные процессы в организме положено коэффициент использования сырого протеина рациона на синтез белка молока, который в зависимости от уровня суточного надоя и находится на уровне от 20 до 30%. С повышением продукции молока увеличивается коэффициент использования сырого протеина на синтез белка молока и аналогично повышается усвояемость кальция, но тогда уменьшается его потребность в рационе.

Для расчета потребности минеральных элементов на обменные процессы в организме коров нами были использованы данные исследований минерального состава мышечной ткани крупного рогатого скота черно-пестрой породы Михальченко С.А. [6].

Потребность в кальции включает наличие его в 1 кг молока, что составляет 1,2 г, а также выделение его с молоком в суточном удое, то есть, потребность для образования молока. При градации суточного удоя молока 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 36 и 40 кг для коров живой массой от 400 до 700 кг уровень активности обменных процессов с участием кальция будет также различным. Поэтому при 12 кг суточного надоя этот уровень взят за 1, а при 14 кг он будет составлять 1,16, соответственно при 16 кг – 1,33 и т. д., а при 40 кг – 3,33.

Почему потребность Са на образование суточной продукции молока умножается на 100 и делится на уровень использования сырого протеина на синтез молока? Во-первых, кальций в молоке связан с казеином, то есть, с синтезом белка молока. Во-вторых, усвояемость Са в проведенных нами исследованиях находится на уровне использования сырого протеина на синтез белка молока. Показатели усвояемости Са по данным разных исследователей достаточно высокими. Наряду с этим потребность Са на обменные процессы в организме коров низкая, по сравнению с потребностью на образование молока. Так, при суточном удое 40 кг молока, кальция в его составе будет содержаться 48 г, то при усвояемости 20% корова должна потребить в рационе в 5 раз больше, чем его содержится в молоке и это будет составлять – 240 г, поэтому предложенный нами метод расчета суточной потребности Са на образование молока является физиологически обоснованным. Суточная потребность Са на обменные процессы в организме коров с суточным удоем 40 кг молока составляет 16,7 г при наличии Са в мышечной ткани, крови, внутренних органах и различных жидкостях коровы живой массой 600 кг и 70% указанных составляющих тела, составляет 420 кг, равна 5 г. Увеличение активности обменных процессов при таком уровне суточного надоя против 12 кг молока составляет 3,33 условных. ед., тогда суточная потребность Са на обменные процессы составляет 16,7 г.

Суточная потребность Са на образование 40 кг молока коровы живой массой 600 кг составляет 185,3 г, а общая потребность 202 г. Получается, что на образование молока корове необходимо 91,7% Са от общей потребности, а на обменные процессы – 8,2%. Такая же закономерность касается и фосфора для суточного надоя 40 кг молока. Так, на продукцию молока нужно 90 г фосфора, на обменные процессы в организме 17,9 г, тогда в процентном соотношении это будет составлять 83,3% и 16,6% от общей потребности.

Общая потребность в кальции для коров разного уровня производительности включает потребность в нем на образование молока и обменные процессы в организме. В таком случае из организма коровы при удое 40 кг молока выделяется 48 г кальция, и в мышечной ткани и различных жидкостях организма содержится 5 г кальция, что в сумме составляет 53 г Са. При общей потребности 202 г его усвояемость составляет 21,2%. Таким образом, на образование молока необходимо 185 г или 91,6% кальция от общей потребности и на обменные процессы в организме – лишь 8,3% (таблица 1).

У коров с низкой производительностью коэффициент усвояемости будет ниже. По результатам наших исследований усвояемость Са у коров живой массой 600 кг и производительностью 30 кг молока суточный надой составляет около 20%. Аналогичные показатели получены американским исследователем Gomez [13], который приводит коэффициент усвоения кальция на уровне 19,7%. Тогда как по данным Кузнецова С.Г. [4] усвояемость кальция для дойных коров составляет – 38%, по данным Г.Т. Клиценка [3] – 68%. Соответственно, выделение в сутки Са с молоком, его потребность на обменные процессы в организме коров при 60% усвояемости резко уменьшится от содержания его в кормах рациона. Ведь выделение кальция с мочой незначительно, по сравнению с выделением с калом коровы. Так, в исследованиях Gomez [13] выделение

Са с калом составило 190 г в сутки при потреблении кальция в составе рациона в количестве 239 г/сутки, тогда усвояемость составляет 20,5%.

Таблица 1 – Суточная потребность в Са для коров живой массой 600 кг с 3% содержанием белка в молоке при разном уровне производительности

Суточный удой, кг	Коэффициент использования сырого протеина на синтез белка молока, (Калашников А. П. и др., 2003)	Содержание Са в молоке суточного удоя, г	Суточная потребность в Са для коров на образование молока	Уровень активности обменных процессов в организме коров, усл. ед.	Суточная потребность в Са на обменные процессы, г	Общая потребность в Са, г	Содержание Са в сухом веществе рациона, г / кг	Суточная потребность в Са на продукцию 1 кг молока, г
12	20,7	14,4	69,5	1,0	5,04	75	4,7	6,3
14	21,7	16,6	76,5	1,16	5,8	83	4,9	5,9
16	22,7	19,2	84,5	1,33	6,7	91	5,2	5,7
18	23,8	21,6	90,7	1,5	7,5	98	5,3	5,4
20	24,5	24,0	97,9	1,66	8,3	106	5,6	5,3
22	25,0	26,4	105,6	1,83	9,2	115	5,8	5,2
24	25,0	28,8	115,2	2,0	10,0	125	6,0	5,2
26	25,5	31,2	122,3	2,16	10,8	133	6,2	5,1
28	25,5	33,6	131,7	2,33	11,7	144	6,5	5,1
30	25,7	36,0	140,0	2,5	12,6	153	6,6	5,1
32	25,8	38,4	148,8	2,66	13,4	162	6,8	5,1
36	25,9	43,2	166,7	3,0	15,1	182	7,2	5,0
40	25,9	48,0	185,3	3,33	16,7	202	7,6	5,0

Источник: собственная разработка.

Сравнительная оценка потребности в кальции на 1 кг молока и 1 кг сухих веществ рациона для коров разной живой массы и молочной продуктивности приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительная оценка потребности в Са (г) на 1 кг молока и 1 кг сухих веществ рациона коров разной живой массы и продукции молока

Показатели	Живой вес											
	450		500		550		600		650		700	
Среднесуточный удой, кг	Потребность в Са на 1 кг молока, г/кг	Потребность в Са на СР рациону, г/кг	Потребность в Са на 1 кг молока, г/кг	Потребность в Са на СР рациону, г/кг	Потребность в Са на 1 кг молока, г/кг	Потребность в Са на СР рациону, г/кг	Потребность в Са на 1 кг молока, г/кг	Потребность в Са на СР рациону, г/кг	Потребность в Са на 1 кг молока, г/кг	Потребность в Са на СР рациону, г/кг	Потребность в Са на 1 кг молока, г/кг	Потребность в Са на СР рациону, г/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
12	5,6	5,0	5,8	4,8	6,0	4,8	6,3	4,7	6,4	4,5	6,7	4,5
14	5,2	5,2	5,4	5,0	5,6	5,0	5,9	4,9	6,0	4,7	6,1	4,6
16	5,1	5,4	5,3	5,4	5,5	5,3	5,7	5,2	5,7	4,9	5,8	4,7
18	4,9	5,6	5,1	5,5	5,3	5,5	5,4	5,3	5,6	5,2	5,8	5,2
20	4,9	5,8	5,0	5,7	5,2	5,6	5,3	5,6	5,5	5,5	5,6	5,3

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
22	4,8	6,0	4,9	5,9	5,0	5,8	5,2	5,8	5,4	5,7	5,5	5,6
24	4,8	6,2	4,8	6,1	5,0	6,1	5,2	6,0	5,3	6,0	5,4	5,8
26	4,7	6,5	4,8	6,3	5,0	6,2	5,1	6,2	5,2	6,1	5,3	6,0
28	4,9	7,0	4,8	6,5	5,0	6,5	5,1	6,5	5,2	6,3	5,3	6,2
30			4,8	6,7	5,0	6,7	5,1	6,6	5,2	6,5	5,3	6,5
32			4,8	6,9	5,0	6,9	5,1	6,8	5,2	6,7	5,3	6,6
36			4,9	7,5	5,0	7,3	5,0	7,2	5,2	7,2	5,3	7,1
40							5,0	7,6	5,1	7,5	5,2	7,5
44											5,1	7,7

Источник: собственная разработка.

Анализ потребности коров в Са (г) на 1 кг молока и 1 кг сухих веществ рациона показывает, что потребность в кальции на образование 1 кг молока уменьшается от 12 кг суточного надоя до 40 кг, а потребность на 1 кг сухих веществ рациона противоположно увеличивается. Аналогичную ситуацию мы можем наблюдать и с необходимостью фосфора на 1 кг молока и 1 кг сухих веществ рациона.

Эти показатели являются синхронными для коров одинаковой молочной продуктивности, но разной живой массы, поэтому в балансировании минерального питания с Са для коров разного уровня производительности и живой массы суточную потребность в кальции необходимо рассчитывать на продукцию молока и обменные процессы в организме.

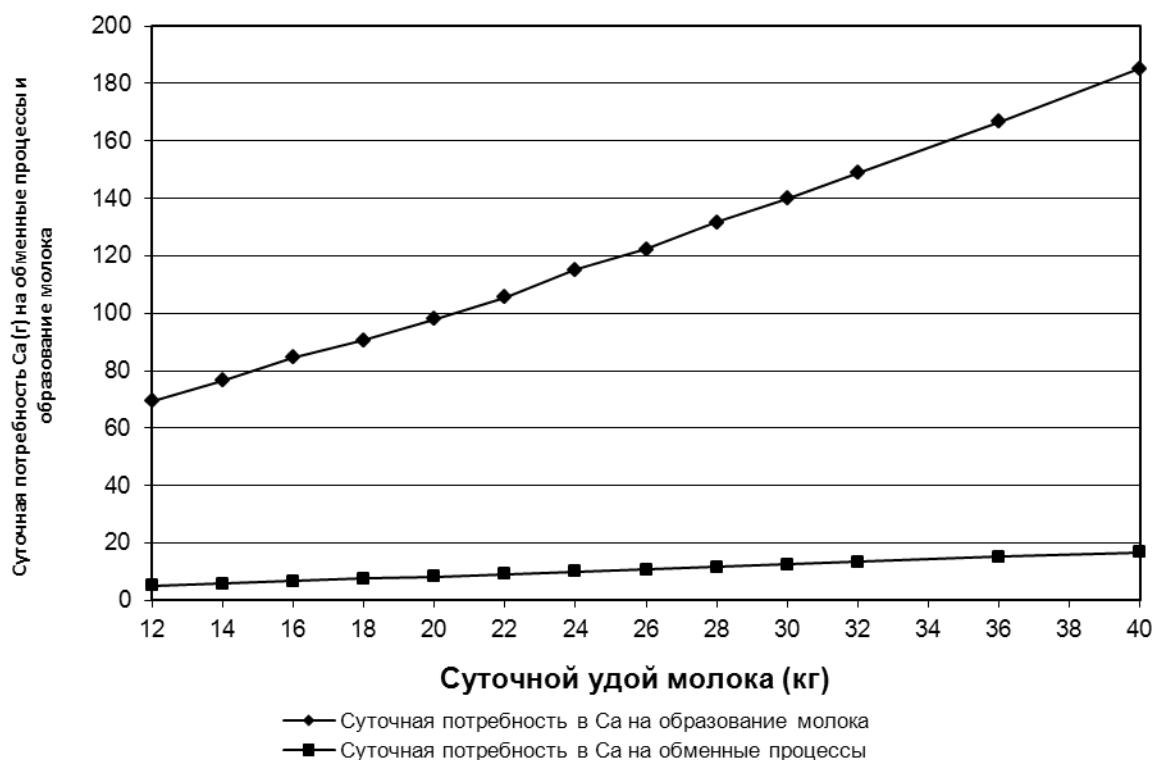


Рисунок 1 – Графическое изображение суточной потребности в Са (г) на образование молока и обменные процессы в организме коров живой массой 600 кг

Источник: собственная разработка.

На рисунке 1 представлено графическое изображение суточной потребности в Са на образование молока и такой же потребности на обменные процессы в организме коровы живой массой 600 кг и уровнем производительности от 12 до 40 кг суточного удоя. Пространственное изображение этих показателей в одинаковых величинах

измерения (г) Са свидетельствует об очень высоком уровне использования Са на образование молока по сравнению с участием его в обменных процессах при производительности от 12 до 40 кг молока. Необходимо отметить, что Са, который используется на образование молока выводится из организма с казеином и фосфорными соединениями молока, а Са, который принимает участие в обменных процессах, в основном выводится с мочой.

На рисунке 2 в графическом изображении показана динамика суточной потребности в Са (г) на 1 кг сухих веществ рациона и 1 кг молока. Анализ потребности в кальции (г) показывает, что эти величины являются постоянными и меняются в зависимости от уровня продуктивности коров от 4,7 г при 12 кг суточного удоя до 7,5 г при 40 кг молока в сутки, а на 1 кг молока соответственно 6,3 и 5,0 г.

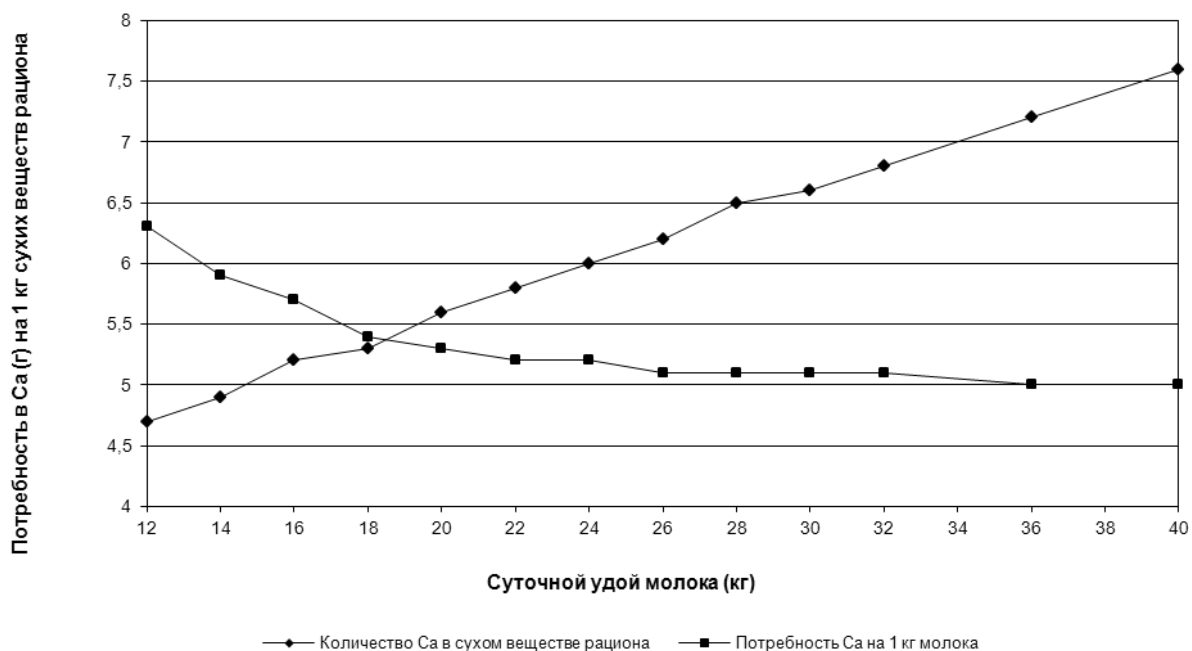


Рисунок 2 – Динамика суточной потребности в Са (г) на 1 кг молока и сухих веществ в рационе коров живой массой 600 кг различного уровня производительности.

Источник: собственная разработка.

Концентрация неорганического фосфора в молоке составляет 75 мг/100 мл, что в 11 раз превышает его концентрацию в плазме крови [5]. Требование к потреблению Р для коров голштинской породы в период лактации колеблется от 0,32 до 0,38% СР или 44,2–80,3 г/сутки, 41 до 60 г/сутки – для джерсейских коров [17].

Как утверждает Клиценко Г.Т. и др [3], для поддержания жизни дойными коровам нужно примерно 12 г фосфора на голову в сутки, для выработки 1 кг молока – 2 г.

Несколько экспериментов были проведены для определения выделения Р молочными коровами [14, 15]. Эти исследования показали, что требования NRC [17] к потреблению Р достаточно взвешенные или несколько завышены. Коровам скармливали рационы с увеличением уровня Р (0,30, 0,41 и 0,56% СР), который обеспечивал 60, 82 и 112 г/сутки Р. Количество фосфора, выделяемого в экскрементах составляла 42, 51 и 80 г/сутки соответственно, свидетельствующие о прямой зависимости между потреблением Р и его выделением. В исследованиях Weiss и Wyatt [21], концентрация Р в рационах составляла в среднем 0,35% СР и колебалась от 0,18 до 0,50% СР или от 45 до 133 г/сут. Они отмечают, что фекальное выделение Р в среднем 47 г/сутки и колеблется от 18 до 84 г/сутки, в то время усвояемость составляла в среднем 40,4% и колебалась от 9,3 до 75,8%. Knowlton и Herbein [15] скармливали три уровня Р (0,34, 0,51 и 0,67% СР) и отметили, что общее выделение фосфора увеличилось с 37 до 108 г/сутки. В данном

исследовании было установлено, что секреция фосфора в молоке не менялась и оставалась в пределах от 45,5 до 50,3 г/сутки [14, 21]. Выведение фосфора с мочой минимальное у жвачных животных, но может меняться в зависимости от количества потребленного элемента и секреции гормона щитовидной железы [17].

Сравнительная потребность в Р на 1 кг молока и 1 кг сухих веществ в рационах коров различной производительности представлена в таблице 3.

Согласно исследованиям Smith и Alexander [18] потери фосфора при кормлении коров могут составлять до 47%.

Таблица 3 – Сравнительная потребность в Р (г) на 1 кг молока и 1 кг сухих веществ рациона коров разной живой массы и продукции молока

Показатели	Живой вес											
	450		500		550		600		650		700	
Средне-суточный удой, кг	Потребность Р на 1 кг молока, г/кг	Потребность Р на СР рациону, г/кг	Потребность Р на 1 кг молока, г/кг	Потребность Р на СР рациону, г/кг	Потребность Р на 1 кг молока, г/кг	Потребность Р на СР рациону, г/кг	Потребность Р на 1 кг молока, г/кг	Потребность Р на СР рациону, г/кг	Потребность Р на 1 кг молока, г/кг	Потребность Р на СР рациону, г/кг	Потребность Р на 1 кг молока, г/кг	Потребность Р на СР рациону, г/кг
12	3,2	2,8	3,2	2,6	3,3	2,6	3,3	2,4	3,3	2,3	3,3	2,2
14	3,0	2,9	3,1	2,8	3,1	2,7	3,1	2,6	3,1	2,5	3,1	2,3
16	2,9	3,0	2,9	2,9	3,0	2,8	3,0	2,7	3,0	2,6	2,9	2,4
18	2,8	3,1	2,9	3,1	2,9	3,0	2,9	2,8	2,9	2,7	2,9	2,6
20	2,8	3,3	2,8	3,2	2,9	3,1	2,9	3,0	2,9	2,8	2,9	2,7
22	2,7	3,4	2,8	3,3	2,8	3,2	2,8	3,1	2,8	3,0	2,8	2,8
24	2,7	3,5	2,7	3,4	2,8	3,3	2,8	3,2	2,8	3,1	2,8	3,0
26	2,7	3,7	2,7	3,5	2,7	3,4	2,7	3,3	2,8	3,3	2,7	3,1
28	2,7	4,0	2,7	3,6	2,7	3,5	2,8	3,4	2,7	3,3	2,7	3,2
30			2,7	3,8	2,7	3,7	2,7	3,5	2,7	3,4	2,7	3,3
32			2,7	4,0	2,7	3,8	2,7	3,6	2,7	3,5	2,7	3,4
36					2,7	4,0	2,7	3,8	2,7	3,7	2,7	3,6
40							2,7	4,0	2,7	4,0	2,7	3,8
44											2,5	3,8

Источник: собственная разработка.

Gomez [13] установлено, что коэффициент усвоения фосфора составляет 32,3%. По результатам наших исследований усвояемость Р у коров живой массой 600 кг и производительностью 30 кг молока суточного надоя составляет 32%.

Принципы балансировки потребности фосфора на продукцию молока и обменные процессы в организме для коров различной производительности основаны на коэффициентах усвояемости минерала, его количества в суточном надое молока и суточной потребности на образование молока, которая определяется увеличением в 100 раз содержания фосфора в суточном надое и делением на коэффициент усвоения. Потребность в фосфоре на обменные процессы в организме определяется увеличением его содержания в подвижной форме в мышечной ткани и различных жидкостях при надое 12 кг на 1,0, при суточном удое 40 кг – 3,33. Общая потребность фосфора для коров различной производительности включает суточную потребность на образование молока и обменные процессы в организме. Так, при суточном надое 40 кг молока фосфора в его составе будет содержаться 36 г, то при усвояемости 40% корова должна потребить в составе рациона 108 г фосфора, в 3 раза больше, чем его содержится в

молоке. Тогда как суточная потребность на обменные процессы в организме составляет 17,9 г при наличии Р (0,013 г/кг) [6] в мышечной ткани, крови, внутренних органах и различных жидкостях, что составляет 70% от живой массы коровы.

Суточная потребность в Р для коров живой массой 600 кг приведены в таблице 4 для коров разной живой массы и производительности.

Таблица 4 – Суточная потребность в Р для коров живой массой 600 кг с 3% содержанием белка в молоке при разном уровне производительности

Суточный удой, кг	Коэффициент усвоения фосфора, % (Gomez, 2015)	Содержание Р в молоке суточного удоя, г	Суточная потребность в Р для коров на образование молока, г	Уровень активности обменных процессов в организме коров, условных. ед.	Суточная потребность в Р на обменные процессы, г	Общая потребность в Р, г	Содержание Р в сухом веществе рациона, г / кг	Суточная потребность в Р на продукцию 1 кг молока, г
12	32,0	10,8	33,7	1,0	5,4	39,0	2,4	3,3
14	33,5	12,6	37,6	1,16	6,2	44,0	2,6	3,1
16	35,0	14,4	41,4	1,33	7,1	48,0	2,7	3,0
18	36,7	16,2	44,1	1,5	8,1	52,0	2,8	2,9
20	37,8	18,0	47,6	1,66	8,9	57,0	3,0	2,9
22	38,6	19,8	51,2	1,83	9,8	61,0	3,1	2,8
24	38,6	21,6	55,9	2,0	10,8	67,0	3,2	2,8
26	39,3	23,4	59,5	2,16	11,6	71,0	3,3	2,7
28	39,3	25,2	64,1	2,33	12,5	77,0	3,4	2,7
30	39,7	27,0	68,0	2,5	13,5	82,0	3,5	2,7
32	39,8	28,8	72,3	2,66	14,3	87,0	3,6	2,7
36	40,0	32,4	81,0	3,0	16,2	97,0	3,8	2,7
40	40,0	36,0	90,0	3,33	17,9	108,0	4,0	2,7

Источник: собственная разработка.

Таким образом, потребность в фосфоре на образование 40 кг молока для коров живой массой 600 кг составляет 83,3% от общей потребности, а на обменные процессы – 16,6%, тогда как кальция соответственно 91,6% и 8,3%.

Вывод. Потребность в кальции включает его наличие в 1 кг молока, что составляет 1,2 г, а также выделение его с молоком в суточном надое. Из организма коровы при надое 40 кг молока выделяется 48 г кальция. На образование молока необходимо 91,6% кальция от общей потребности и на обменные процессы в организме – лишь 8,3%. Потребность в фосфоре на образование 40 кг молока для коров живой массой 600 кг составляет 83,3% от общей потребности, а на обменные процессы – 16,6%.

Список использованных источников:

1. Богданов, Г.О. Норми і раціони повноцінної годівлі високопродуктивної великої рогатої худоби: довідник-посібник / Г. О. Богданов [та ін.]; за ред. Г. О. Богданова, В. М. Кандиби. – К.: Аграрна наука. – 2012. – 296 с.
2. Кальницкий, Б.Д. Макроминеральное питание лактирующих коров / Б. Д. Кальницкий // Сельское хозяйство за рубежом. – 1978. – № 11. – С. 36–42.

1. Bogdanov, G.O. Normy` i raciony` povnocinnoyi godivli vy`sokoprodukty`vnoyi vely`koyi rogotoyi худобы`: dovidny`k-posibny`k / G. O. Bogdanov [ta in.]; za red. G. O. Bogdanova, V. M. Kandy`by`. – K.: Agrarna nauka. – 2012. – 296 s.
2. Kalnitskiy, B.D. Makromineralnoe pitanie laktiruyuschih korov / B. D. Kalnitskiy // Selskoe hozyaystvo za rubezhom. – 1978. – № 11. – S. 36–42.

3. Кліщенко Г. Т. Мінеральне живлення тварин / Г. Т. Кліщенко [та ін.]. – К.: Світ. – 2001. – 576 с.
4. Кузнецов, С.Г. Физиолого-биохимическое обоснование системы минерального питания молочных коров. В сб.: Современные проблемы биотехнологии и биологии продуктивных животных. – Боровск, 1999. – Т. 38. – С. 418–446.
5. Кулик, М. Ф. Корми: оцінка, використання, продукція тваринництва, екологія / М. Ф. Кулик, Р. Й. Кравців, Ю. В. Обертюх [та ін.]. – Вінниця: Тезис, 2003. – 334 с.
6. Михальченко, С. А. Формування м'ясної продуктивності бичків молочних і комбінованих порід в онтогенезі. – Харків: РВП «Оригінал», 1998. – С. 192.
7. Пташкина, А. А. Усвоение кальция и фосфора в динамические аспекты гомеостаза кальция у молочных коров. / А. А. Пташкина, М. С. Долгова, Г. Г. Черепанов, В. В. Филиппов: Тр. ВНИИФБиП, 1977. – Т.18. – С.106–112.
8. Харитонов, Е. Л. Физиология и биохимия питания молочных коров / Е.Л. Харитонов. – Боровск: Оптима пресс, 2011. – С. 24, 75, 231.
9. Чумаченко, В. Ю. Довідник по застосуванню біологічно активних речовин у тваринництві // В. Ю. Чумаченко, С. В. Стояновський, П. З. Лагодюк. – Київ: Урожай, 1989. – 264 с.
10. Янович, В. Г. Біологічні основи трансформації поживних речовин у жуйних тварин / В. Г. Янович, Л. І. Сологуб. – Львів, 2000. – 384 с.
3. Klicenko G. T. Mineral`ne zhy`vlennya tvary`n / G. T. Klicenko [ta in.]. – K.: Svit. – 2001. – 576 s.
4. Kuznetsov, S. G. Fiziologo-biohimicheskoe obosnovanie sistemy mineralnogo pitaniya molochnyih korov. V sb.: Sovremennyye problemy biotekhnologii i biologii produktivnyih zhivotnyih. – Borovsk, 1999. – T. 38. – S. 418–446.
5. Kuly`k, M. F. Kormy`: ocinka, vy`kory`stannya, produkciya tvary`nny`cztva, ekologiya / M. F. Kuly`k, R. J. Kravciv, Yu. V. Obertyux [ta in.]. – Vinny`cya: Tezy`s, 2003. – 334 s.
6. My`xal`chenko, S. A. Formuvannya m'yasnoyi produkty`vnosti by`chkiv molochny`x i kombinovany`x porid v ontogenezi. – Xarkiv: RVP «Original», 1998. – S. 192.
7. Ptashkina, A. A. Usvoenie kaltsiya i fosfora v dinamicheskie aspektyi gomeostaza kaltsiya u molochnyih korov. / A. A. Ptashkina, M. S. Dolgova, G. G. Cherepanov, V. V. Fillipov: Tr. VNIIFBiP, 1977. – T.18. – S.106–112.
8. Haritonov, E. L. Fiziologiya i biohimiya pitaniya molochnyih korov / E.L. Haritonov. – Borovsk: Optima press, 2011. – S. 24, 75, 231.
9. Chumachenko, V. Yu. Dovidny`k po zastosuvannu biologichno akty`vny`x rechovy`n u tvary`nny`cztvi // V. Yu. Chumachenko, S. V. Stoyanovs`ky`j, P. Z. Lagodyuk. – Ky`yiv: Urozhaj, 1989. – 264 s.
10. Yanovy`ch, V. G. Biologichni osnovy` transformaciyi pozhy`vny`x rechovy`n u zhujny`x tvary`n / V. G. Yanovy`ch, L. I. Sologub. – L`viv, 2000. – 384 s.
11. Castillo, A. R. Mineral concentration in diets, water, and milk and their value in estimatin on farm excretion of manure minerals in lactating dairy cows / A. R. Castillo, N. R. St-Pierre, N. S. del Rio // J Dairy Sci., 2013. – 96(5):3388
12. Challa, J. Phosphorus homoeostasis of growing calves / J. Challa, G.D. Braithwaite, M.S. Dhanoa // J. Agric. Sci., Camb. – 1989. – V. 112. – P. 217–226.
13. Gomez, G. G. Efficiency of Energy Utilization and Fecal Mineral Excretion in Holstein and Jersey Dairy Cows // Theses and Dissertations in Animal Science. – 2015. – P. 112.
14. Knowlton, K. F. Manure nutrient excretion by Jersey and Holstein cows / K. F. Knowlton, V. A. Wilkerson, D. P. Casper, D. R. Mertens // J. Dairy Sci., 2010. – 93:407–412.
15. Knowlton, K. F. Phosphorus Partitioning During Early Lactation in Dairy Cows Fed Diets Varying in Phosphorus Content / K. F. Knowlton, J. H. Herbein // J. Dairy Sci., 2002. – 85:1227–1236.
16. Neville, M. C. Calcium secretion into milk / M.C. Neville // J. Mammary Gland Biol. Neoplasia. – 2005. – Vol. 10, N 2. – P. 119–28
17. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh revised edition. – Washington D.C.: National Academy Press. – 2001. – 405 p.
18. Smith, R. A., & R. B., A. Sources of nutrients in the nation's watersheds. Ithaca, NY: pp. 13-21 in Managing Nutrients and Pathogens from Animal Agriculture. Natural Resource, Agriculture, and engineer-ing Service (NRAES), 2000. P.13-21.
19. Soares, J. Calcium bioavailability / J. Soares // In:

«Bioavailability of Nutrients for Animals». (eds. Ammerman C. B., Baker D. H., Lewis A. J.). New York: Academic Press, Inc. – 1995. – P. 95–113.

20. Ward, G. Influences of calcium intake and vitamin D supplementation on reproductive performance of dairy cows / G. Ward, G. B. Marion, C. W. Campbell, J. R. Dunham // J. Dairy Sci. – 1971. – Vol. 54. – P. 204–206.

21. Weiss, W. P. Macromineral Digestion by Lactating Dairy cows: Estimating Phosphorus Excretion via Manure // W. P. Weiss, D. J. Wyatt // J. Dairy Sci., 2004. – 87:2158–66.