ООО «Открытый мир кормов»

Минеральное питание молочного скота

Г. Вологда
2020 год

Содержание.

1. Потребности молочного скота в минеральных веществах.
2. Содержание макро-микроэлементов в кормах.
2.1. Кальций.
2.2. Фосфор.
2.3. Взаимодействие кальция и фосфора.
2.4. Магний.
2.5. Содержание кальция, фосфора, магния в крови животных.
2.6. Калий
2.7. Натрий
2.8. Хлор
2.9. Сера
2.10. Баланс электролитов.
3. Микроэлементы.
3.1. Содержание микроэлементов в кормах.
3.2. Потребности в микроэлементах.
3.3. Содержание микроэлементов в фракциях крови.
3.4. Предельно допустимые концентрации микроэлементов в кормах.
3.5. Международные рекомендации по уровню микроэлементов в кормах.
4. Потребление макро-микроэлементов с водой.
5. Витамины.
6. Заболевания, связанные с нарушением минерального питания.
6.1.Взаимосвязь между кормлением и возникающими заболеваниями у коров, связанными с отелом
6.2. Гипокальцимия.

1. Потребности животных в макро-микро элементах.

Потребности животных в макро-микроэлементах определяются по факториальному принципу. К основным факторам, влияющим на потребности животных можно отнести потребности в микроэлементах на синтез молока, поддержание жизни, рост, развитие плода. При учете данных факторов необходимо иметь ввиду, что потребности определяются в абсорбированных/биодоступных элементах. Уровни абсорбции/биодоступности определяются для каждого вида корма и рассматриваются в соответствующем разделе для каждого макро-микроэлемента.

В таблицах ниже приведены данные по концентрации макро-микроэлементов в молоке и, соответственно, в потребностях в данных элементах на синтез молока, а также потребности в микроэлементах на поддержание жизни, рост и рост плода.

Таблица 1.1. Концентрация минеральных веществ в молоке.

Минерал	Ед. изм.	Концентрация
Калий	%	0,12-0,15
Кальций	%	0,12-0,145
Хлор	%	0,115
Фосфор	%	0,09
Натрий	%	0,063
Сера	%	0,03
Магний	%	0,015
Микроэлементы		
Цинк	Мг/кг	3,5-5
Медь	Мг/кг	0,05-0,15
Марганец	Мг/кг	0,03

Таблица 1.2. Потребности в абсорбированных/биодоступных минеральных веществах не лактирующей, не стельной коровы весом 600 кг, потребляющей 10 кг корма в день.

Минерал	Ед. изм.	Концентрация
Калий	г/день	48,8
Кальций	г/день	9,7
Хлор	г/день	13,5
Фосфор	г/день	11,2
Натрий	г/день	9,0
Сера	г/день	20,0
Магний	г/день	1,8
Микроэлементы		
Цинк	Мг/день	27
Медь	Мг/день	4,3
Марганец	Мг/день	1,2
Йод	Мг/день	3,6
Кобальт	Мг/день	1,1

Таблица 1.3. Затраты на 1 кг роста, при стандартной концентрации жира (без накопления жировой ткани).

Минерал	Ед. изм.	Концентрация
Калий	г/день	1,7
Кальций	г/день	10,5
Хлор	г/день	1,05
Фосфор	г/день	6,2
Натрий	г/день	1,46
Сера	г/день	
Магний	г/день	0,47
Микроэлементы		
Цинк	Мг/день	25
Медь	Мг/день	1,2
Марганец	Мг/день	0,73
Железо	Мг/день	35

Таблица 1.4. Затраты на формирование плода (корова массой 600 кг).

Минерал	Ед. изм.	Концентрация
Калий	г/день	1,0
Кальций	г/день	8,4
Хлор	г/день	1,39
Фосфор	г/день	4,9
Натрий	г/день	1,0
Магний	г/день	0,33
Микроэлементы		
Цинк	Мг/день	12
Медь	Мг/день	2
Марганец	Мг/день	0,3
Железо	Мг/день	18

Потребности на формирование плода не зависят от величины прироста.

Уровни абсорбции/биодоступности для макро-микро элементов зависят от вида корма и других факторов, таких как РН рубца и различного рода взаимодействий между компонентами корма.

При изменении потребления корма изменяются потребности в фосфоре, калии, кобальте.

2. Содержание основных макроэлементов в кормах.

Различные виды кормов имеют различное содержание минеральных веществ и большую изменчивость в зависимости от различных параметров, которые необходимо учитывать при составлении рациона. Избыток макро-микро элементов также опасен, как и дефицит. Концентрация минералов в кормах должна удовлетворять потребности животного. Концентрация макроэлементов в основных видах кормов представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Содержание основных макроэлементов в кормах.

Компонент корма	**Содержание макроэлементов, % в кг сухого в-ва**					
	Ca	**P**	**Mg**	**K**	**Cl**	**S**
Грубые корма						
Бобовые	**1,3-1,6**	**0,2-0,35**	**0,20-0,3**	**1,5-4**	**0,6-1,2**	**0,2-0,3**
Травы	**0,6-0,7**	**0,18-0,35**	**0,15-0,25**	**1,2-4**	**0,6-1,2**	**0,12-0,2**
Кукурузный силос	**0,25-0,35**	**0,2-0,3**	**0,12-0,2**	**0,8-1,5**	**0,15-0,3**	**0,1-0,15**
Зерновые силоса	**0,35-0,5**	**0,16-0,3**	**0,12-0,2**	**0,8-3**	**0,6-1,2**	**0,1-0,2**
Зерновые						
Мелкие зерновые	**0,05-0,1**	**0,3-0,35**	**0,10-0,15**	**0,3-0,5**	**0,05-0,15**	**0,12-0,18**
Кукуруза	**0,01**	**0,25**	**0,12**	**0,25-0,35**	**0,04**	**0,1**
Отходы промышленности						
Отруби	**0,12-0,15**	**1,1-1,2**	**0,48-0,6**	**1,2-1,3**	**0,08-0,15**	**0,21**
Кукурузный глютеновый корм	**0,28-0,35**	**0,8**	**0,35-0,4**	**0,6-0,65**	**0,15-0,2**	**0,30-0,35**
Жом свекловичный	**0,91**	**0,08**	**0,23**	**0,96**	**0,18**	**0,3**
Патока свекловичная	**0,15-0,5**	**0,03-0,1**	**0,03**	**2,0-4,0**	**0,1-1,3**	**0,25-0,6**
Белковое сырье						
Шрот/жмых подсолнечника	**0,35-0,4**	**0,65-1,0**	**0,5-0,7**	**1,0-1,5**	**0,12**	**0,33-0,5**
Шрот/жмых рапсовый	**0,75**	**0,95-1,2**	**0,53**	**1,2-1,5**	**0,04-0,07**	**0,7-0,75**
Шрот/жмых соевый	**0,22-0,35**	**0,65**	**0,55-0,7**	**1,5-2,5**	**0,03-0,15**	**0,32-0,45**

Содержание натрия в кормах, как правило (если специально не вносили соль или другие соли натрия), не превышает 0,05%, в зерновых 0,01-0,05%, в белковом сырье 0,08-0,1%. Поэтому основным источником натрия в корме является минеральная подкормка.

Содержание минералов в сене может быть снижено из-за попадания его под дождь в результате вымывания минеральных веществ.

2.1. Кальций.

Содержание кальция в сухом веществе различных кормов имеет значительные различия. См. данные таблицы 2.1

Уровень абсорбции/биодоступности кальция из различных источников значительно различается.

Компонент корма	% абсорбции/биодоступности
Грубые корма	30
Зерновые и белковое сырье	60
Минеральное сырье	50-95

В связи низким уровнем абсорбции/биодоступности кальция из грубых кормов даже при высокой концентрации бобовых грубых кормов для обеспечения потребности в дополнительном кальции требуется дополнительный ввод кальция из минеральных источников. Уровень абсорбции кальция из основных минеральных источников (мел, известняковая мука составляет около 75%).

Необходимо отметить, что в зависимости от породы коров молоко имеет различную концентрацию кальция.
Голштинские коровы – 1,22 г/кг молока,
Черно-пестрой – 1,37,
Jersy- 1,45%/
Это накладывает требования по содержанию кальция в составе корма.

В связи с большими различиями в уровне абсорбции кальция из различных источников, потребности различных групп животных даны в абсорбированном кальции (г/день).

Состояние животных	**Потребление Корма, кг/день**	**Потребности в абсорбированном Кальции (г/день)**
Телки 300 кг, привес 0,7 кг/день	6	15
Нетели 500 кг, привес 0,5 кг/день, 250 дней стельности *	10	24,5
Корова 650 кг, 40 кг молока	20	75,5
Корова 650 кг, 30 кг молока	20	62,0
Корова 650 кг, 20 кг молока	17	50,0
Корова 650 кг, 10 кг молока	14	36,4
Корова 650 кг, 270 дней стельности	12	22,5

- Суточный привес нетелей не учитывает дополнительное суточное увеличение плода, Поэтому общий суточный привес 1,0 кг.

* Содержание кальция в молоке 1,37 г/кг.

2.2. Фосфор

Содержание фосфора в различных видах кормов представлено в таблице 2.1.

В целом существует зависимость концентрации фосфора от содержания сырого протеина для отдельных видов корма. В тоже время необходимо проводить анализ по содержанию фосфора, так как табличные данные могут давать значительные погрешности из-за отсутствия учета качества почвы и количества вносимых минеральных удобрений.

Высокая концентрация фосфора в отрубях, кукурузном глютеновом корме (1,1%), белковом сырье. В связи с тем, что существует зависимость в концентрации фосфора и протеина, то в значительной степени дефициты фосфора проявляются при дефиците протеина в корме. Во многих случаях целесообразно вносить субпродукты перерабатывающей промышленности, богатые фосфором, для балансировки содержания фосфора в корме вместо ввода минеральных источников фосфора.

Уровень абсорбции/биодоступности фосфора:
- грубые корма – 64%,
- концентраты – 70%,
- минералы – 60-90%.

Превышение концентрации фосфора значительно выше потребностей лактирующих коров не давало дополнительного увеличения продуктивности. В связи с тем, что фосфор из минеральных источников достаточно дорогой компонент корма, превышение концентрации фосфора в корме за счет ввода фосфора из минеральных источников приводит к экономическим потерям.

Нормы по абсорбированному фосфору и общему фосфору при принятом в расчете уровне абсорбции 67% для различных групп приведены в таблице.

Состояние животных	**Потребление Корма, кг/день**	**Потребности в фосфоре**		
		(г/день)		**% в СВ Корма**
		Абсорби-рованного	**Общие, 67% абсорбц.**	
Телки 300 кг, привес 0,7 кг/день	6	10,6	15,8	0,26
Нетели 500 кг, привес 0,5 кг/день, 250 дней стельности *	10	16	24	0,24
Корова 650 кг, 40 кг молока	20	57,1	85	0,425
Корова 650 кг, 30 кг молока	20	48	72	0,36
Корова 650 кг, 20 кг молока	17	37	55	0,32
Корова 650 кг, 10 кг молока	14	25,6	38	0,27
Корова 650 кг, 270 дней стельности	12	20,3	30	0,25

Норма концентрации фосфора для голштинской коровы весом 650 кг с продуктивностью 45 кг молока и потребляющей 25 кг сухого вещества корма составляет 0,42% от сухого вещества корма. Поэтому рационы коров с продуктивностью выше 40 литров по фосфору нужно балансировать на уровне фосфора 0,42-0,45%. При более низкой продуктивности – не ниже данных таблицы.

Для сухостойных коров норма по концентрации фосфора, обеспечивающей потребности - 0,25%, при потреблении сухого вещества 10 кг в день и массы коровы 600 кг.

2.3. Взаимозависимости кальция и фосфора.

В настоящее время в России часто стараются выдержать соотношение между кальцием и фосфором в корме. Соотношение 1,3-1,4:1 необходимо выдерживать только в случае дефицита одного или обеих макроэлементов, так как в случае дефицита изменение соотношения усугубляет ситуацию дефицита. В случае отсутствия дефицита соотношение между кальцием и фосфором не играет роли, по крайней мере в диапазоне концентраций кальция/фосфора 1:1 – 10:1.

2.4. Магний.

Содержание магния в сухом веществе различных кормов имеет значительные различия. См. данные таблицы 2.1.

Абсорбция/биодоступность магния из всех кормов составляет 10-30%, принимаемая в расчетах 16%, из минеральных источников 50% и выше.

Абсорбция магния осуществляется в рубце, поэтому источники магния должны быть растворимы в рубце.

Факторы влияющие на доступность магния:

- PH рубца желательно ниже 6,5.
- Высокая концентрация калия (более 1,5% в сухом в-ве) снижает доступность магния, в особенности при скармливании свежей травы за счет образования комплексных соединений с органическими кислотами. При заготовке силоса происходит ферментация органических кислот, в результате чего влияние калия на абсорбцию магния при скармливании силоса не велико.

Травяная тетания.

Травяная тетания возникает при скармливании свежей травы с высоким содержанием калия и малым содержанием магния и кальция. Критическим уровнем является уровень минералов в траве при котором соотношение (в молярных массах) $K/(2*(Mg+Ca)) > 2,2$. При данных соотношениях возникает травяная тетания, причина которой является то, что значительно уменьшается всасывание магния, его концентрация в плазме крови падает до уровня 1 мг/100 мл вместо нормального значения 2 мг/100 мл, что приводит к нарушению функционирования нервной системы (снижается проводимость нервных импульсов). Данная ситуация наблюдается на выпасе, когда концентрация калия в траве более 3%, а магния меньше 0,2% в сухом веществе. При использовании силоса/сенажа, даже при высоком уровне калия, данная ситуация маловероятна.

Потребности в магнии для различных групп животных даны в таблице.

Состояние животных	**Потребление Корма, кг/день**	**Потребности в магнии**		
		(г/день)		**% в СВ корма**
		Абсорби-рованного	**Общие, 16% абсорбц.**	
Телки 300 кг, привес 0,7 кг/день	6	1,2	7,5	0,125
Нетели 500 кг, привес 0,5 кг/день, 250 дней стельности *	10	2,1	13	0,13
Корова 650 кг, 40 кг молока	20	8,0	50	0,25
Корова 650 кг, 30 кг молока	20	6,5	41	0,21
Корова 650 кг, 20 кг молока	17	5,0	31	0,18
Корова 650 кг, 10 кг молока	14	3,5	22	0,16
Корова 650 кг, 270 дней стельности	12	2,3	14	0,12

Дополнительные потребности в магнии (кроме того, что есть в корме) возникает в первый месяц лактации для высокопродуктивных коров из-за малого потребления корма. В этот период желательно концентрацию магния в корме устанавливать в диапазоне 0,25%-0,3% в зависимости от продуктивности.

Магний является важным фактором в регуляции кальций – фосфорного обмена и является одним из ключевых факторов в снижения рисков парезов, поэтому в

сухостойный период (по крайней мере за 20 дней до отела) концентрация магния в сухом веществе корма должна быть на уровне 0,35%-0,4%.

Источники магния: оксид магния и сульфат магния.
Оксид магния малодоступен при РН рубца выше 6,5 (рационах с малым содержанием концентратов), сульфат магния – горький и может снижать потребление корма.

2.5. Состояния кальция, фосфора, магния в фракциях крови.

На основании концентрации макроэлементов в фракциях крови можно судить о концентрации микроэлементов в кормах. Условно состояния можно разделить на следующие состояния (см. таблицу).

Статус/состояние животного	Кальций Мг/100 мл сыворотки	Неорганический Фосфор Мг/100 мл Сыворотки	Магний мг/100 мл Сыворотки
Дефицитное	1-6	<0,5-4,0	<1,1
Субнормальное	7-9	4,0-4,5	1,2-1,8
Адекватное (норма)	9-11	4,5-6,0	1,8-3,5
Высокое	>12	8-12	>4.0

2.6. Калий.

Содержание калия в различных кормах представлено в таблице 2.1.

Абсорбция/биодоступность калия из всех кормов составляет 85-90%.

Потребности в калии для различных групп даны в таблице. Потребность в калии зависит от количества потребляемого сухого вещества корма, так как имеет место значительное количество энедогенных потерь калия.

Состояние животных	**Потребление Корма, кг/день**	**Потребности в калии**		
		(г/день)		**% в СВ корма**
		Абсорби-рованного	**Общие, 85% абсорбц.**	
Телки 300 кг, привес 0,7 кг/день	6	31	36	0,60
Нетели 500 кг, привес 0,5 кг/день, 250 дней стельности *	10	48	56	0,56
Корова 650 кг, 40 кг молока	20	207	244	1,22
Корова 650 кг, 30 кг молока	20	192	226	1,13
Корова 650 кг, 20 кг молока	17	159	187	1,10
Корова 650 кг, 10 кг молока	14	126	148	1,05
Корова 650 кг, 270 дней стельности	12	57	67	0,56

С учетом малого потребления корма в первый месяц после отела коровы высокопродуктивные коровы как правило имеют отрицательный баланс по калию.

Высокая концентрация калия в корме перед отелом является одной из причин развития парезов (гипокальцемии), поэтому перед отелом концентрацию калия в корме удерживать на уровне менее 1% в сухом веществе корма.

Для лактирующих высокопродуктивных коров сразу после отела при малом потреблении корма возникает дефицит калия, поэтому необходимо минимизировать величину и продолжительность этого дефицита.

При жаркой погоде возрастает потребность в калии из-за дополнительных потерь с потом и необходимости увеличения баланса электролитов.

Минеральные источники калия являются дорогими для молочного скота.

2.7. Натрий.

Содержание натрия в кормах, как правило (если специально не вносили соль или другие соли натрия), не превышает 0,05%, в зерновых 0,01-0,05%, в белковом сырье 0,08-0,1%. Поэтому основным источником натрия в корме является минеральная подкормка.

Абсорбция/биодоступность натрия составляет более 90% для всех видов кормов.

Потребности в натрии для различных групп даны в таблице.

Состояние животных	**Потребление Корма, кг/день**	**Потребности в натрии**		
		(г/день)		**% в СВ корма**
		Абсорби-рованного	**Общие, 90% абсорбц.**	
Телки 300 кг, привес 0,7 кг/день	6	5,6	6	0,10
Нетели 500 кг, привес 0,5 кг/день, 250 дней стельности *	10	9,6	11	0,11
Корова 650 кг, 40 кг молока	20	50	56	0,28
Корова 650 кг, 30 кг молока	20	44	49	0,25
Корова 650 кг, 20 кг молока	17	37	41	0,24
Корова 650 кг, 10 кг молока	14	31	34	0,24
Корова 650 кг, 270 дней стельности	12	11	12	0,10

Рекомендуемые концентрации натрия в кормах на кг сухого вещества корма

- для сухостойных коров менее 0,2%, так как повышение уровня натрия является фактором риска развития парезов (гипокальцемии) и увеличения отека вымени,
- для лактирующих коров 0,3-0,5% в зависимости от продуктивности и баланса электролитов.

Основные источники натрия – соль, сода, сульфат натрия.

2.8. Хлор

Содержание хлора различных кормов представлено в таблице 2.1.

Абсорбция/биодоступность хлора составляет более 90% для всех видов кормов.

Потребности в хлоре для различных групп даны в таблице.

Состояние животных	**Потребление Корма, кг/день**	**Потребности в хлоре**		
		(г/день)		**% в СВ корма**
		Абсорби-рованного	**Общие, 90% абсорбц.**	
Телки 300 кг, привес 0,7 кг/день	6	7,5	8,3	0,14
Нетели 500 кг, привес 0,5 кг/день, 250 дней стельности *	10	13	14,5	0,145
Корова 650 кг, 40 кг молока	20	61	68	0,34
Корова 650 кг, 30 кг молока	20	49	54	0,27
Корова 650 кг, 20 кг молока	17	38	42	0,25
Корова 650 кг, 10 кг молока	14	26	29	0,21
Корова 650 кг, 270 дней стельности	12	16	18	0,15

Рекомендуемые концентрации хлора в кормах на кг сухого вещества корма:

- для сухостойных коров не менее 0,5%, для снижения риска развития парезов (гипокальцемии),
- для лактирующих коров менее 0,5% в зависимости от продуктивности и баланса электролитов.

2.9. Сера

Содержание хлора в различных кормах представлено в таблице 2.1.

Содержание серы в значительной степени связано с содержанием протеина в корме и количеством серосодержащих аминокислот (метионин, цистин). В свою очередь назначение серы – необходимость включения в состав микробного протеина для синтеза серосодержащих аминокислот.

Для оптимального синтеза микробного протеина соотношение азота корма (сырой протеин/6,25) к сере должно быть в диапазоне 10-12:1. При этом необходимо иметь ввиду, что в протеиновых кормах с высокой долей не распадаемого в рубце протеина сера, содержащаяся в аминокислотах, не распадаемой в рубце фракции протеина не участвует в процессе микробиологического синтеза. Необходимо отметить, что элементарная сера имеет не высокую доступность для бактериального синтеза. Различные группы бактерий имеют различные предпочтения к различным солям серы (сульфаты, сульфиты).

Считается, что для обеспечения оптимального процесса микробиологического синтеза в рубце содержание серы в сухом веществе корма не должно быть ниже 0,2%.

Рекомендации по содержанию серы в рационах лактирующих коров – 0,2%-0,3%,
Сухостойных – менее 0,4%.

Уровень токсичности серы 0,5% на кг сухого вещества корма.

При уровнях серы выше, чем 0,3% необходимо учитывать снижение абсорбции меди.

2.10. Баланс электролитов.

Макроэлементы корма оказывают значительное влияние на баланс электролитов всего организма в целом, в том числе на РН крови, общую резервную щелочность, что в свою очередь влияет на скорость протекания биохимических реакция. Существует несколько формул расчета, учитывающих наиболее полно влияние всех макроэлементов на баланс электролитов крови, ее РН. Но в практике введен анализ только по основным макроэлементам, влияющим на РН крови, а именно

(Na+K)-(Cl+S)

Баланс электролитов выражается в миллиэквивалентах на кг сухого вещества корма и рассчитывается следующим образом:

БЭ = (Na/23 + K/39) – (Cl/35,5- 2*S/32)*1000,

Где Na, K, Cl, S – концентрация макроэлементов в кг сухого вещества корма, выраженная в единицах г/кг.

На рисунках 1-6 представлены данные из различных исследований о влиянии баланса электролитов (на рисунках БЭ – DCAD, выражено в meq/100 г. Для перевода на 1 кг значения необходимо умножить на 10).

В последнее время широко распространено использование буферных смесей. В тоже время необходимо иметь в виду, что снижение соотношения K/Na ниже 2,5 не желательно.

Учет баланса электролитов важен не только для лактирующих коров, но и для сухостойных и нетелей. Повышение баланса электролитов перед отелом снижает количество ионизированного кальция в плазме крови. Таким образом при повышении баланса электролитов снижается количество ионизированного (доступного) кальция, что приводит к более резкому снижению концентрации кальция в крови после отела и, как следствие, к гипокальцемии (парезам). Таким образом желательно снижение баланса электролитов перед отелом.

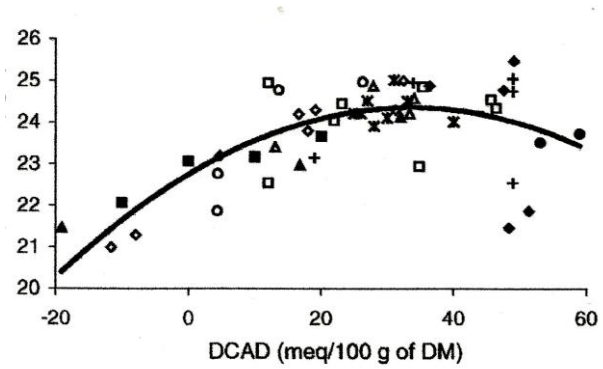


Рис.1 Выработка молока (кг/день) в зависимости от величины БЭ

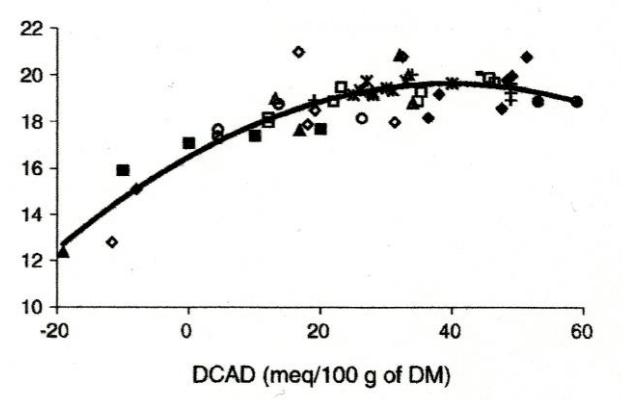


Рис.2 Потребление СВ корма (кг/день) в зависимости от величины БЭ

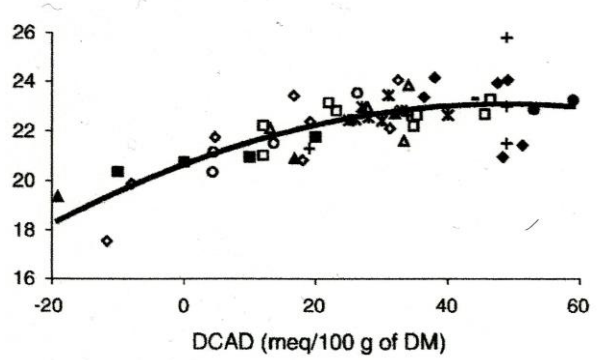


Рис. 3. Выработка молока в пересчете на 4% жирность (кг/день) в зависимости от величины БЭ

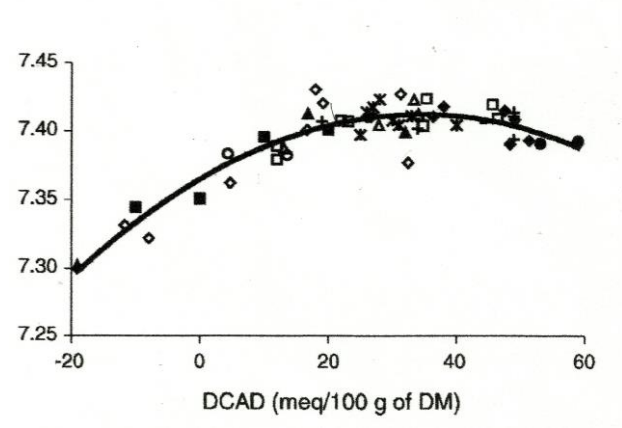


Рис. 4. РН крови в зависимости от БЭ

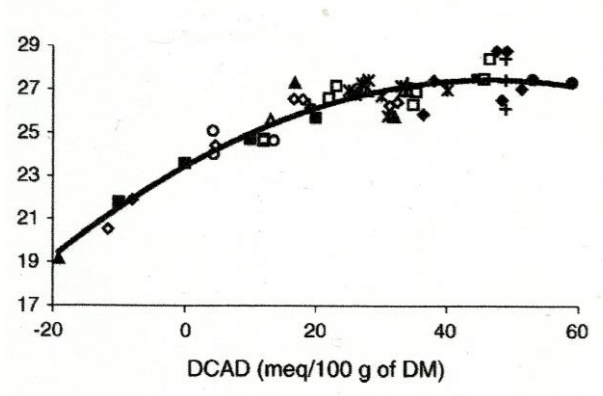


Рис.5. Концентрация НСО3 (мэкв/литр) в зависимости от БЭ

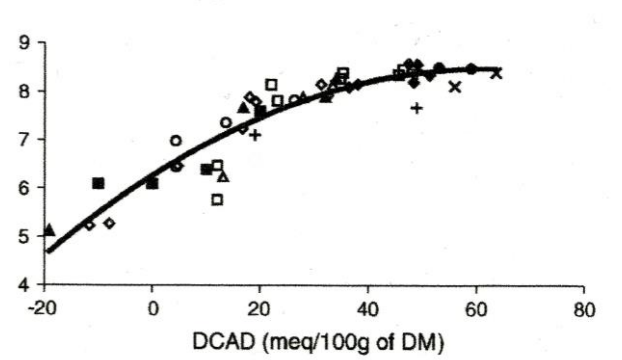


Рис. 6. РН мочи в зависимости от БЭ

3. Микроэлементы

3.1. Содержание микроэлементах в кормах.

Таблица 3.1. Содержание микроэлементов (мг/кг сухого вещества) различных кормов.

Компонент корма	**Содержание**						
	Cu	**Fe**	**Mn**	**Zn**	**Co**	**I**	**Se**
Грубые корма							
Бобовые	**5-12**	**160-800**	**25-70**	**20-40**	**0,07-0,5**	**0,1-2,0**	**0,05-0,6**
Травы	**2-8**	**220**	**25-70**	**16-30**	**0,1-0,2**	**0,1-0,4**	**0,05-0,6**
Кукурузный силос	**4**	**240**	**16**	**25**	**0,08**	**0,24**	**0,05-0,6**
Зерновые силоса	**3-7**	**150-500**	**25-75**	**10-25**	**0,3**	**0,12**	**0,05-0,6**
Зерновые							
Мелкие зерновые	**4-6**	**40-60**	**15-80**	**20-40**	**0,07**	**0,06-0,2**	**0,05-0,6**
Кукуруза	**3-8**	**40-300**	**4-10**	**20-30**	**0,06**	**0,12**	**0,05-0,6**
Отходы промышленности							
Отруби	**7-8**	**100**	**67**	**42**	**0,04**	**0,6**	**0,05-0,6**
Кукурузный глютеновый корм							
Жом свекловичный	**15**	**300**	**63**	**20**	**0,37**	**1,72**	**0,05-0,6**
Патока свекловичная	**5**	**283**	**25**	**21**	**0,6**	**0,68**	**0,05-0,6**
Белковое сырье							
Шрот/жмых подсолнечника	**18**	**215**	**28-38**	**40-50**	**0,15-0,2**	**0,1-0,4**	**0,1-0,6**
Шрот/жмых рапсовый	**8**	**550**	**45**	**48**	**0,21**	**0,4**	**0,1-0,6**
Шрот/жмых соевый	**17**	**250**	**35**	**42**	**0,1**	**0,4**	**0,1-0,6**

Концентрация микроэлементов в кормах различных регионов может существенно различаться, поэтому требуется проведение детального анализа по составу микроэлементов.

Уровень абсорбции (%) микроэлементов в зависимости от источника микроэлементов приведен в таблице.

Микроэлемент	Источник	
	Грубые корма, зерновые и белковое сырье	Минеральные добавки
Cu	3,5	5,0
Zn	12	12-20
Mn	0,75	1,2
Fe	10	40-60

Взаимодействия микроэлементов.

Необходимо иметь в виду, что уровень абсорбции микроэлементов может зависеть от состава корма и наличия других микроэлементов в корме.

- Уровень абсорбции меди зависит от концентрации серы и молибдена и с их повышением снижается.
- Высокие концентрации кальция могут снизить уровень абсорбции цинка.
- Высокие концентрации цинка снижают уровень абсорбции меди, поэтому не желательно значительно превышать нормальную концентрацию цинка в корме.
- Концентрация железа в количестве 250-500 мг/ кг сухого в-ва корма может снизить абсорбцию меди.

3.2. Потребности в микроэлементах.

Физиологические потребности по микроэлементам (NRC-2001), рассчитанные на основе факториального метода по основным лимитирующим микроэлементам представлены в таблице.

Состояние животных	**Потребление Корма, кг/день**	**Норма микроэлементов, мг/кг сухого в-ва корма**		
		Cu	**Mn**	**Zn**
Телки 300 кг, привес 0,7 кг/день	6	12	24	33
Нетели 500 кг, привес 0,5 кг/день, 250 дней стельности *	10	15	22	31
Корова 650 кг, 40 кг молока	20	16	17	63
Корова 650 кг, 30 кг молока	20	13	15	50
Корова 650 кг, 20 кг молока	17	12	16	43
Корова 650 кг, 10 кг молока	14	11	16	34
Корова 650 кг, 270 дней стельности	12	14	18	23

- Суточный привес нетелей не учитывает дополнительное суточное увеличение плода, Поэтому общий суточный привес 1,0 кг.
- Уровень абсорбции меди – 3,5%, марганца -0,75%, цинка – 15%.

Потребности в других микроэлементах:

Кобальт – 0,11 мг/кг сухого вещества корма. Необходим для синтеза витамина В12. Более высокие концентрации (1 мг/кг сухого вещества корма) стимулируют рост некоторых групп бактерий в рубце.

Йод – суточная потребность для нелактирующих животных 0,6 мг/на 100 кг веса тела,

для лактирующих коров 1,5 мг/100 кг веса тела. Предельно допустимая концентрация йода – 0,5 мг/кг сухого вещества корма. Данная норма введена в США исходя из требований необходимости обеспечения концентрации йода в молоке исходя из требований безопасности молока для потребителей. В России нет требований по концентрации йода в молоке. Использование рапса в составе кормов повышает потребности по йоду. В результате исследований взаимодействия йода и рапса показано, что желательная концентрация йода – 1 мг/кг корма.

Селен – предельно допустимая концентрация селена - 0,3 мг на кг сухого вещества корма в США, 0,5 мг на кг сухого вещества в Европе. Данная норма введена исходя из требований необходимости обеспечения концентрации селена в молоке исходя из требований безопасности молока для потребителей. В России нет требований по концентрации селена в молоке.

Железо – крайне редки проявления дефицита в условиях России. Физиологические потребности по железу не превосходят 20-30 мг железа на кг корма. Избыточные количества железа накапливаются в организме, действуя как сильные оксиданты. Поэтому если концентрации железа в корме превышают 400 мг/кг сухого вещества необходимо увеличивать количество антиоксидантов (витаминов А, Е).

3.3. Содержание микроэлементов в фракциях крови.

На основании концентрации микроэлементов в фракциях крови можно судить о концентрации микроэлементов в кормах. Условно состояния можно разделить на следующие состояния (см. таблицу).

Статус/состояние животного	Zn Мкг/мл плазмы	Cu Мкг/мл плазмы	Mn наног/мл Сыворотка	Se Мкг/мл Сыворотка	I Мкг/100 мл кровь	B12 Наног/л сыворотки
Дефицитное	0,2-0,4	<0,2-0,5	<5	<0,025	1-5	100
Субнормальное	0,5-0,8	0,5-0,7	5-6	0,03-0,06	5-10	100-200
Адекватное (норма)	0,8-1,4	0,7-0,9	6-70	0,08-0,3	10-40	>200
Высокое	2-5	0,9-1,1		>2,5	70-300	
Токсичное	3-15	>1,2		>3,5		

3.4. Предельные безопасные концентрации микроэлементов в кормах.

Предельные безопасные концентрации микроэлементов на кг сухого вещества корма даны в таблице.

Элемент	Co	Cu	Mn	I	Fe	Se	Zn
Концентрация	10 мг/кг Сухого В-ва корма	40 мг/кг Сухого в-ва Корма	1000 мг/кг сухого В-ва корма	50 мг/день - токсичность Разрешенная в США 10 мг/день	1000 Мг/кг Сухого В-ва Корма	5-40 мг/кг сухого в-ва корма – токсично, разрешено – 0,3 мг/кг в США и 0,5 мг/кг В Европе	300-1000 Мг/кг Сухого В-ва Корма

Из всех микроэлементов наиболее внимательно необходимо относиться к концентрации меди и йоду. Медь, при ее избытке, накапливается в печени и при возникновении стрессовых ситуаций может освобождаться в очень значительные количествах, что приводит к токсическим состояниям, зачастую сопровождающимся смертельным исходом.

Концентрации йода и селена ограничены в США и Европе по причине необходимости регулирования концентрации этих микроэлементов в молоке. Норм, регулирующих концентрацию микроэлементов (за исключением тяжелых металлов) в молоке, в настоящий момент в России не установлено.

3.5. Международные рекомендации по уровню микроэлементов в кормах.

В международной практике приняты следующие рекомендации по уровню микроэлементов в кормах (в мг на 1 кг сухого вещества корма).

Элемент	Co	Cu	Mn	I	Fe	Se	Zn
Дойные коровы	0,11-1,0	10-16	50	0,5-1,0 В США не более 10 мг/день	50-300	0,3-0,5	50-80
Сухостойные коровы	0,11-1,0	15-18	50	0,5-1,0	50-200	0,3-0,5	50
Телята, нетели	0,11-1,0	10-12	50	0,5-1,0	50-300	0,3-0,5	40-50

Рекомендации по уровню микроэлементов в корме несколько выше определенных физиологических потребностей по микроэлементов, так как было показано, что некоторое повышение концентрации микроэлементов выше рассчитанных требований улучшает параметры здоровья и репродуктивные функции.

4. Потребление макро и микроэлементов с водой.

Часть минеральных веществ животные могут получать с водой. Количество получаемых минеральных веществ зависит от концентрации минералов в воде. В России вода в основном гидрокарбонатно-кальций-магниевая. Состав воды из различных источников приведен в таблице 4.1. Содержание микроэлементов в воде, как правило, не велико. Учитывая, что взрослая корова потребляет 80 литров воды в сутки можно сделать вывод о том, что в подавляющем количестве случаев минеральные вещества из воды составляю малую долю потребляемых минеральных веществ. В тоже время необходимо осуществлять контроль минерального состава питьевой воды животных.

Таблица 4.1. Состав речной воды из различных источников.

Река-пункт	Дата	мг/л						
		Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^{+}+K^{+}$	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	сумма ионов
Северная Двина — д. Звоз	27.08 1947	41,4	9,4	13,4	122,0	47,1	14,0	247,0
г. Абрамково	10.07 1973	31,8	20,7	13,8	148,8	55,3	8,9	279,0
Печора — с. Усть-Цильма	19.06 1941	4,6	2,1	3,2	24,4	2,6	3,0	40,0
	16.07 1975	6,5	1,6	16,2	31,7	7,8	15,0	78,8
Великая — с. Пятоново	08.06 1946	21,0	0,3	9,5	71,6	3,6	5,2	111,0
	04.04 1974	31,3	7,9	0,0	106,2	15,0	5,7	166,0
Нева — с. Иваньковское	09.07 1947	8,0	1,2	3,8	27,5	4,5	3,8	48,8
д. Новосаратовка	06.08 1974	9,6	2,2	2,8	26,2	8,1	6,0	54,9
Волхов — г. Новгород	29.06 1938	27,4	5,8	20,8	80,4	13,3	38,4	186,0
	10.09 1974	32,9	6,9	12,8	81,1	20,8	34,0	188,0
Южный Буг — с. Александровское	30.03 1939	63,2	17,3	12,5	268,4	24,5	9,8	397,0
	30.03 1973	63,3	15,2	23,3	249,6	27,2	23,2	403,0
Днепр — с. Разумовка	27.08 1938	55,7	11,8	2,3	195,2	12,9	9,2	287,0
г. Киев	24.07 1975	40,1	9,1	16,5	160,5	20,6	12,4	259,2
Десна — г. Чернигов	04.08 1939	64,0	7,7	8,7	321,8	14,1	3,9	330,0
	05.08 1975	58,1	10,3	26,2	227,6	28,8	16,7	368,0
Дон — г. Аксай	04.07 1938	82,0	18,0	52,2	260,0	112,0	44,0	568,0
	24.07 1974	60,9	33,6	92,8	174,5	179,2	102,0	645,0
Кубань — х. Тиховский	20.07 1938	37,0	3,0	12,0	108,0	18,0	17,0	195,0
	30.07 1975	36,9	5,4	13,0	107,4	38,9	7,8	210,0

5. Витамины

Витамин А

Потребности в витамине А определены следующим образом:

- для телят, нетелей – 0,08 тыс. МЕ на 1 кг веса тела,
- во всех остальных случаях 0,11 тыс. МЕ на 1 кг веса тела.

В рубце происходит частичное разрушение витамина А бактериальной флорой. При рационах с высоким содержанием концентратов разрушение витамина А более значительно. Поэтому при рационах с высокой долей концентратов (высокопродуктивных коров) нормы по витамину А следует увеличить.

Витамин Д3

Нормы по витамину Д3 определены 0,03 тыс. МЕ на кг веса тела для всех групп молочного скота.

Витамин Е

Потребности в витамине Е определены следующим образом:

- для лактирующих коров, телят, нетелей норма по витамину Е устанавливается 0,8 мг на кг веса тела,
- за 2 месяца до отела норма по витамину Е повышается в 2 раза до 1,6 мг на кг веса тела,
- в случае нахождения животных на выпасе, а также когда существует значительная подкормка зеленой массой из-за высокой концентрации витамина Е в зеленой массе, нормы по витамину Е снижаются в три раза. При консервировании грубых кормов происходит значительная потеря витамина Е в корме.

Витамины группы В.

До последнего момента считалось, что витамины группы В синтезируются в полном объеме бактериальной флорой рубца, поэтому отдельных требований по витаминам группы В не вводилось. В тоже время исследования последнего времени показали, что в некоторых случаях возникают потребности в дополнительном вводе витаминов группы В, прежде всего при различных заболеваниях и осложнениях.

6. Заболевания, связанные с нарушением минерального питания.

6.1.Взаимосвязь между кормлением и возникающими заболеваниями у коров, связанными с отелом

Значительное количество заболеваний связанных с нарушением минерально-витаминного питания возникает при отеле. Взаимосвязь между различными факторами кормления и возникновением различных заболеваний представлена на рисунке 6.1. Недостаточное количество витаминов, микроэлементов, антиоксидантов приводит к подавлению иммунитета, задержке последов и метритам, маститам сразу после отела. Нарушение минерального питания до отела приводит к гипокальцимии (парезам) проявляющимся в том, что корова тяжело встает после отела.



Рисунок 6.1**.** Взаимосвязь между кормлением и возникающими заболеваниями у коров, связанными с отелом

6.2. Гипокальцимия.

Гипокальцимия (в клинической форме парез) характеризуется резким падением концентрации кальция в крови коровы в первые дни после отела (см. рисунок 6.2.). При падении содержания кальция в плазме крови ниже 5 мг/100 мл снижается проводимость нервных импульсов в результате чего теряется мышечный тонус, корова не может подняться из-за мышечной слабости.

Причина резкого снижения концентрации кальция в плазме крови это потеря значительного количества кальция с молозивом. При изменении концентрации кальция в плазме крови происходит два процесса: во-первых, это увеличение всасывания кальция из кишечника (регулируется 1,25 (OH)2 Д3), и, во-вторых, увеличение активности паратгормона, который регулирует процесс реабсорбции кальция и фосфора из костной ткани (см. рисунок 6.3.). Оба из этих процессов являются магний-зависимыми процессами. На настройку системы обратной связи организма для обеспечения требуемого уровня кальция в плазме крови требуется несколько дней. Поэтому если перед отелом режим минерального питания коровы был не сбалансирован на резкое снижение концентрации кальция после отела, то происходит значительное снижение концентрации кальция в плазме крови с возникновением гипокальцимии (в клиническом случае пареза).

Факторы, способствующие развитию гипокальцимии это:

- высокое значение баланса электролитов перед отелом;
- высокая концентрация кальция в корме перед отелом;
- низкая концентрация магния в корме перед отелом.

При повышении баланса электролитов перед отелом происходит снижение концентрации ионизированного кальция (доступной формы кальция) в плазме крови (см. рисунок 6.4), что приводит к более резкому снижению концентрации кальция после отела.

Избыточное количество кальция перед отелом настраивает гормональную систему коровы на достаточное количество кальция. Поэтому сразу после отела активность паратгормона низка, в результате нет активного процесса реабсорбции кальция из костной ткани. Всасывание кальция из кишечника также снижено. На повышение активности требуется несколько дней. На рисунке 6.5. показаны статистические данные о количестве случаев клинического пареза при различных концентрациях кальция в корме до отела. Из этих данных следует, что случаев пареза мало при малых значениях кальция в корме и в случае очень больших концентрация, которые приводят к снижению потребления корма из-за высокого количества минералов в корме.

Статистические данные показывают, что концентрация магния в корме является наиболее сильным фактором, влияющим на количество случаев гипокальцимии. Причиной этого является то, что как процесс всасывания, так и активизация паратгормона являются магний зависимыми процессами. Поэтому для минимизации случаев гипокальцимии необходимо обеспечивать требуемый уровень магния в корме перед отелом.

Рекомендации по снижению количества случаев гипокальцимии.

1. Коровы не должны быть избыточно упитаны.
2. В корме перед отелом не должно быть много кальция, снизить кальций до минимума возможного.
3. Количество магния в корме перед отелом – 0,35-0,4% в СВ.
4. По возможности снизить БЭ корма перед отелом, исключить патоку и другие корма с высоким содержанием калия.
5. Ввод соли – до 30 грамм на голову в день.

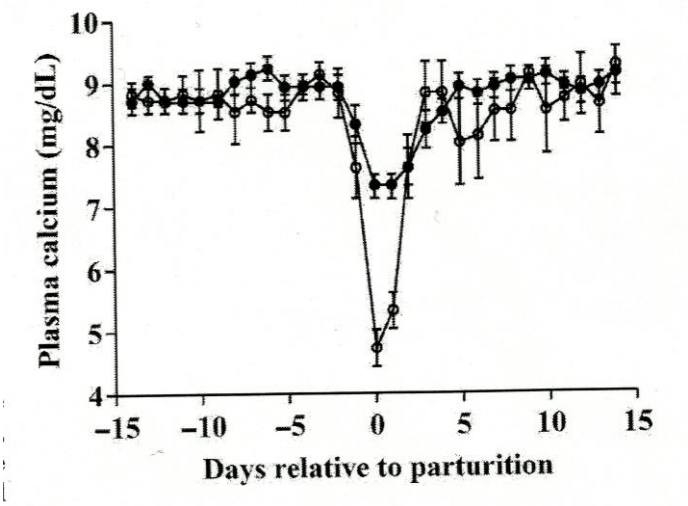


Рисунок. 6.2. Концентрация кальция в плазме крови нормальных и в состоянии гипокальцемии коров (мг/100 мл) до и после отел.
Отел – день 0.

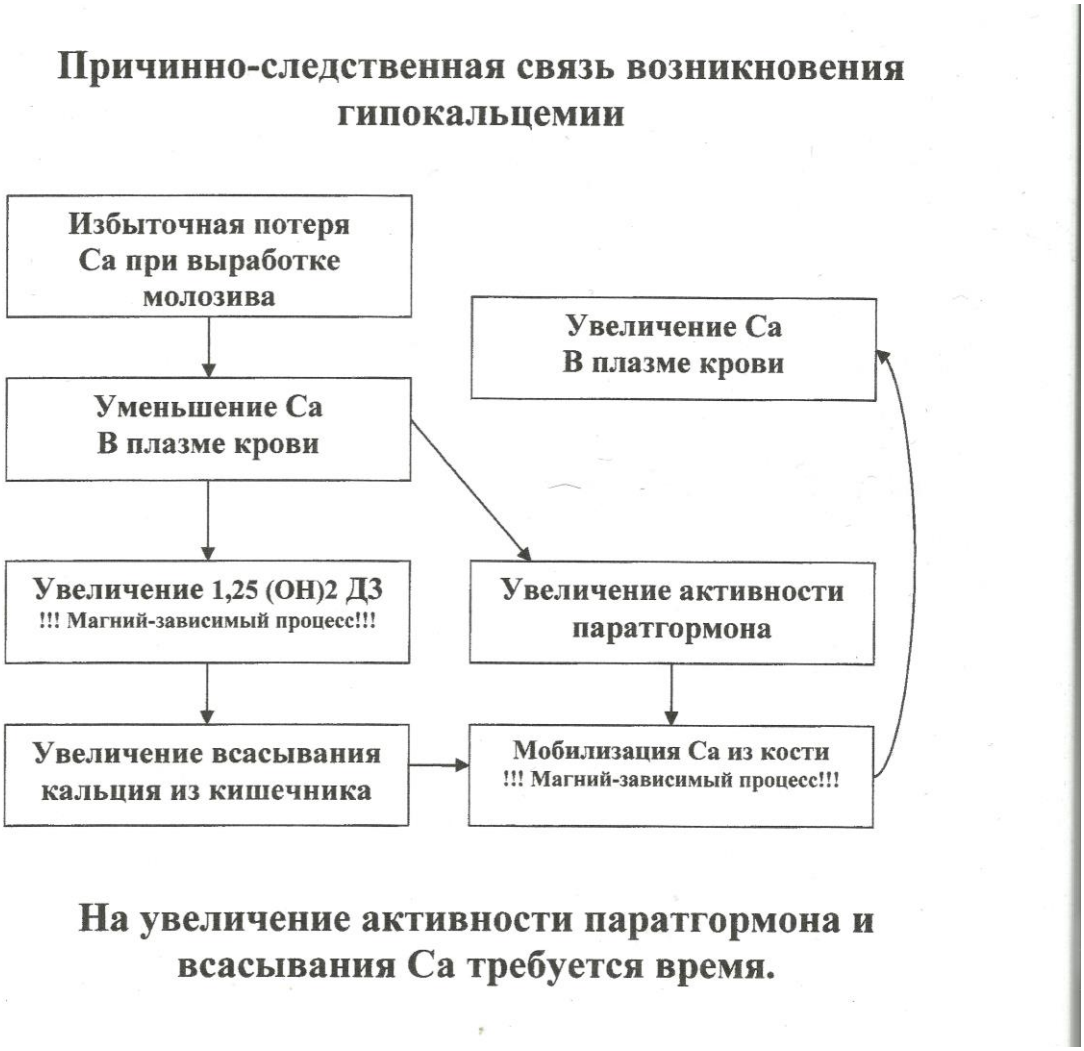


Рисунок. 6.3. Причинно-следственная связь возникновения гипокальцимии.

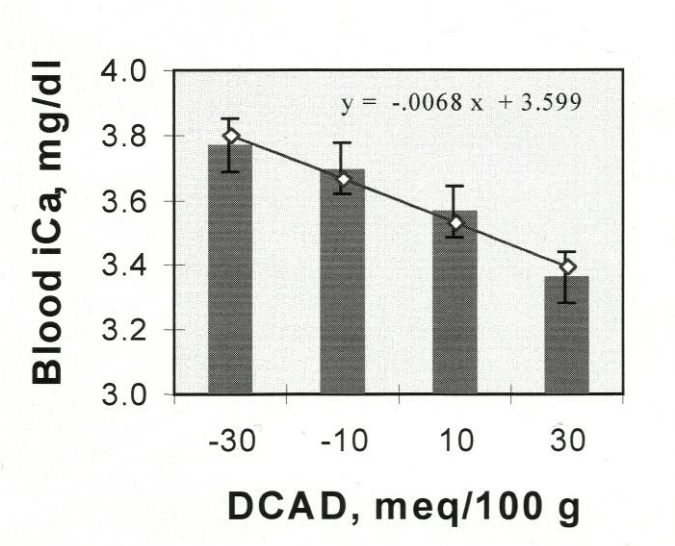


Рисунок 6.4. Зависимость содержания ионизированного кальция (Мг/100 мл) в плазме крови в зависимости от БЭ корма перед отелом.

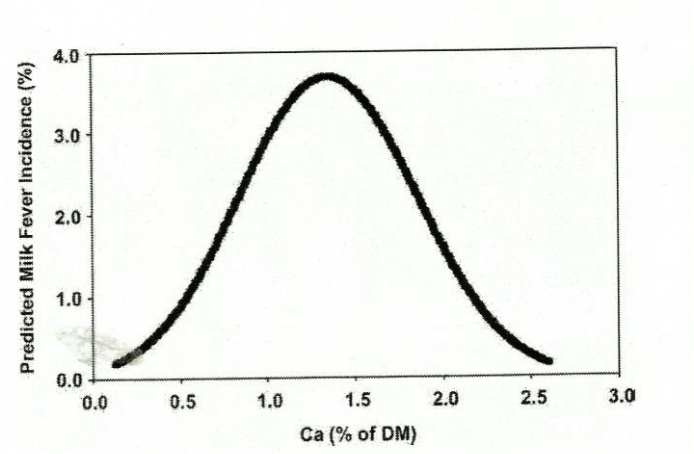


Рисунок 6.5. Количество случаев пареза (%) от содержания кальция в корме (% в кг СВ) перед отелом.