

Из кафедры Патологической Физиологии—Зав доц. Качанов Г. А.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И НЕКОТОРЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРОВИ ПОРОСЯТ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ МИНЕРАЛЬНОЙ ПОДКОРМКЕ.

Г. А. Качанов и И. А. Эдельштейн

Для современной биологии вопросы минерального обмена сводятся не к тому, нужны ли вообще соли для поддержания нормальных процессов жизни, а к тому, какие именно минеральные вещества и в каких соотношениях они необходимы для животного организма, а также к выявлению возможности замены одних веществ другими

Еще в 1876—1934 гг. опыты Forster'a, Bunge, а позднее многих других показали, что кормление животных пищей, лишенной значительного количества солей, приводит к различным заболеваниям (упадок сил, анемия, подавленное состояние, слабость мышц, дрожание, судороги, парез задних конечностей, расстройство пищеварения, рвота, истощение) и животные погибают.

Увеличенное введение минеральных веществ в организм так же оказывает отрицательное действие. Так, например, Марек и Вельманн (Marek und Weltmann) усматривают в одностороннем излишке вводимого кальция или фосфора в организм одну из причин в этиологии рахита. Спильдо (L. Spildo) наблюдал появление остеопороза с легким рахитом при увеличенном введении кальция и развитие фиброзного остита при повышенном поступлении в организм фосфорных соединений.

Бесспорно установлено, что минеральные вещества, поступающие в организм с пищей, всасываясь в кровь и циркулируя в соках организма, вступают в тесное химическое соединение с белками клеток, участвуя в построении клеточной протоплазмы и происходящих в ней химических процессах. Жизненные отправления клеток организма могут идти нормально лишь при соответствующей концентрации различных ионов в окружающей среде. В огромном большинстве случаев решающее значение имеет не абсолютная концентрация того или другого иона, а

„Ученые записки“ Витебского Ветзооинститута т. IV.

их взаимное количественное соотношение. Неравномерное распределение электролитов, минеральных анионов и катионов в жидкостях и клетках организма создает разность осмотического давления, что способствует внутриклеточному обмену, всасыванию из кишечника в кровь питательных веществ и другим осмотическим и диффузионным процессам в организме. Постоянство реакции крови, лимфы, тканей и других соков организма при непрерывном обмене кислых и щелочных продуктов возможно лишь при наличии в организме в высшей степени точных регулирующих приспособлений в виде «буферных веществ». К последним относятся: бикарбонатные смеси—сочетание углекислоты и двууглекислой соды, а также фосфаты—сочетание одно и двуметаллического фосфорнокислого натрия и т. д.

Большую роль минеральные вещества играют в активировании ферментативных процессов, при свертывании крови, пищеварении и других.

Нормальная возбудимость нервно-мышечной системы и корреляция жизненных процессов находятся в непосредственной связи с минеральным обменом.

Исключительно важную роль имеют минеральные вещества для молодых растущих животных, т. к. рост животного связан с ростом костяка, а следовательно и значительным накоплением в теле минеральных веществ.

Еще совсем недавно считали, что минеральные вещества лишены калорийной ценности, и что для питания необходимы только вещества с ощутительной калорийностью, как например: белки, жиры и углеводы. Однако и минеральные вещества—различные соли—вносят в организм энергию, освобождаемую при их ионизации, необходимую для поддержания биологических процессов, хотя калорийный эквивалент этой энергии и не значительный.

Исходя из сказанного, становится очевидной важность правильной, рациональной организации минерального кормления животных и особенно молодняка. Этому вопросу уделяется сейчас большое внимание в советской и иностранной литературе: Реймерс и Сметс, Эванс, Кричтон, Спильдо, Мельгард, Попов, Дьяков (Reimers und Smuts, Evans Crichton, Spiledo, Molgaard) и др.

Изучая влияние добавления различных минеральных веществ к основному рациону, указанные авторы в большинстве строили свои выводы на учете кривых прироста живого веса подопытных животных и внешнего наблюдения за ними. Такая постановка опытов является односторонней, т. к. при наличии вполне удовлетворительного прироста в весе в течение более или менее длительного времени анализ крови во многих случаях давал указание на отсутствие предпосылок для дальнейшего нормального роста—и это подтверждалось последующим

ходом опытов. Данные привеса сами по себе говорят еще мало. Вполне яркую и ясную картину они дают только при рассмотрении их в связи с такими объективными показателями, как анализ крови.

В работе Спильдо мы встречаемся с моментом согласования показателей привеса с данными содержания кальция и фосфора в сыворотке крови. Автор особо подчеркивает, что его опыты ясно показали, до какой степени важным критерием для оценки пригодности минеральной подкормки, добавляемой к основному рациону, является учет данных анализа крови.

Картина крови, отображая внутренние процессы в организме, является объективным показателем для суждения об обмене веществ вообще и минеральном в частности, а вместе с тем показателем роста и развития организма. Всестороннее исследование крови при изучении минерального обмена является особенно важным, т. к. придает полноценность и законченность работе.

В настоящей работе мы задались целью изучить влияние минеральной подкормки различными смесями и в различных соотношениях их на физико-химический и морфологический состав крови у поросят, в смысле использования этих данных для оценки пригодности соответствующих минеральных рационов.

Из физико-химических свойств крови изучались: резистентность эритроцитов по отношению к гипотоническим растворам поваренной соли, скорость свертывания крови, содержания кальция и калия в сыворотке (определение количества фосфора, из-за отсутствия некоторых реактивов, не производилось). В морфологии крови изучали количественный состав эритроцитов и лейкоцитов, процентное содержание гемоглобина и лейкоцитарную формулу.

В своих исследованиях мы пользовались следующей методикой. Взятие крови производилось из уха и хвоста через два-три часа после приема корма. Указанные участки тела предварительно подвергались соответствующей обработке—выстриганию щетины, обмыванию спиртом и проч. Из уха кровь добывалась уколом препаровальной иглы в ушную вену. Для взятия крови из хвоста ножницами отрезался кончик его, длиной в 1 см и кровь собиралась в стерильную пробирку. После взятия пробы кровотечение останавливалось накладыванием повязки с антисептическим раствором. Из добытой таким образом крови путем отстаивания получалась сыворотка, в которой определялось содержание кальция и калия. Сыворотка даже со следами гемолиза эритроцитов для исследования непригодна.

Содержание кальция в сыворотке определялось по способу De-Waard'a, основным принципом которого является осаждение кальция в сыворотке крови насыщенным раствором щавелево-

кислого аммония и полученный осадок щавелевокислого кальция титруется $n/100$ $KMnO_4$.

Калий определялся по Kramer—Tisdall'ю. По этому способу осаждение кальция в виде комплексной соли производится кобальтовым реактивом, содержащим в определенных пропорциях азотно-кислый натр, азотно-кислый кобальт и ледяную уксусную кислоту в растворе. Осадок калиевой соли растворяется в серной кислоте и титруется $n/100$ раствором перманганата.

Подсчет форменных элементов в 1 куб. мм производился в счетной камере Тома-Цейсса; определение процента гемоглобина—гемометром Сали; лейкоцитарная формула изучалась на мазках крови по Шиллингу. Скорость свертывания крови определялась по Малькмусу—Опперману: на обезжиренное предметное стекло ближе к одному из краев его наносится пипеткой капля крови. Предметное стекло ставится в вертикальном положении для стекания капли крови по нему. Поперечными движениями препаровальной иглы по следу капли устанавливают время появления нитей фибрина.

Осмотическая резистентность эритроцитов определялась наиболее простым по своей методике способом Limbeck'a—Ribl-egg'a. В приготовленных для реакции 15 пробирках производится ряд разведений раствора поваренной соли с таким расчетом, чтобы концентрация жидкости в каждой следующей пробирке была на 0,02 ниже, чем в предыдущей. Обычно готовят 1-проц. раствор химически чистой $NaCl$, затем из этого основного раствора пипеткой отмеряют в первую пробирку 0,60 куб. см., во вторую—0,58 куб. см., в третью—0,56 куб. см. и т. д. Потом в каждую пробирку добавляют дистиллированной воды с таким расчетом, чтобы об'ём всего раствора равнялся 1 куб. см., в каждую из таких пробирок вливают определенный об'ём крови, набранной гипеткой от гемоглобинометра Сали и оставляют стоять на 12 часов. Проверая наличие гемолиза, отмечают минимальную резистентность эритроцитов там, где обнаружены первые следы гемолиза, и максимальную—где обнаружен полный гемолиз эритроцитов.

Для наших исследований были использованы поросята совхоза „Носовичи“, Гомельского района, и подсвинки хозяйства Бел.НИВИ в „Прудищах“, участвовавшие в опытах по изучению различных минеральных смесей, проводимых научными работниками НИВИ т.т. Онеговым и Супроном.

Всего было организовано 2 серии опытов 1-я серия состояла из двух групповых опытов, по 3 группы поросят в каждой. В группу входило 15-20 поросят местной породы в возрасте от 3 до 7 дней к началу опыта. В группу входили поросята целыми пометами от свиноматок, одинаковых по породе и возрасту, содержащихся в одинаковых условиях, кормления ухода и содержания, и одинаковых по состоянию здоровья.

Разбивка каждого помета по всем группам не представлялась возможной в связи с большим количеством групп и по производственно-техническим соображениям. Содержались поросята в свинарниках стандартного московского типа 1932 г.

Вторая серия—балансовые опыты на 6 подсвинках, тоже улучшенной местной породы, в возрасте 2½ месяца.

В первом групповом опыте изучалась эффективность добавления к основному рациону сложной и простой минеральной подкормки. 1-я группа этого опыта получала сложную минеральную смесь, состоящую из мела 1 часть, костяной муки 2 части, серного цвета $\frac{1}{250}$ ч., сернокислого железа—в день на одного поросёнка 10 куб. см раствора в пропорции 2,5 гр FeSO₄ на 1 литр воды. 2-я группа получала простую минеральную смесь, состоящую из мела и костяной муки, по 10 гр. в сутки того и другого на одного поросёнка. 3-я группа поросят содержалась только на основном рационе без минеральной подкормки—являлась контрольной.

Во втором групповом опыте изучалось влияние различных грамм-эквивалентных соотношений фосфора и кальция с учетом содержания этих веществ в основном рационе и минеральной подкормке. При этом за соотношение фосфора к кальцию в молоке свиноматок принимались средние литературные данные, равные 0,7. Остальные ингредиенты рациона подвергались соответствующему анализу в лаборатории НИВИ по изучению кормов.

1-я группа получала фосфор и кальций в соотношении P₂O₅:CaO=2, 2-я группа—в соотношении P₂O₅:CaO=1, 3-я группа P₂O₅:CaO=0,5. При чем кальций и фосфор давались в виде простой минеральной смеси, состоящей из мела и костяной муки. Минеральная подкормка давалась по принципу свободного выбора насыпанием в кормушки.

Основной рацион всех поросят обоих групповых опытов состоял: до 10-дневного возраста из молока матери, с 10-дневного возраста добавлялась зерновая подкормка, с 20-дневного возраста—зерновая подкормка и коровье молоко, с 30-дневного—из концентратов в виде густой кашицы.

Кровь исследовалась у пяти поросят из каждой группы 3 раза на протяжении опытов с 21/III по 21/V—1935 г.

На начало опытов данные крови выражались в следующем: количество эритроцитов в 1 куб. мм—3.010.000 до 5.830.000, лейкоцитов—4.600 до 9.000, процентное содержание гемоглобина—16,45 по Сали. Скорость свертывания крови колебалась между 3—7 минут. Резистентность эритроцитов к гипотоническим растворам NaCl: максимальная 0,38—0,34, минимальная 0,58—0,52. Лейкоцитарная формула: Б—0 проц., Э—0,0—1,5 проц., М—0 проц., Ю—0,0—1,5 проц., П—0,0—3,0 проц., С—20,0—56,0 проц., Л—40,0—78,0 проц., М—0,0—1,5 проц. Содержания кальция в сыворотке—от 10,0 до 13,6 мг проц., калия—19,2 до 24,1 мг проц.

Помимо этого, поросята подвергались клиническому наблюдению. Таблица № 1 показывает картину крови у поросят 1-й группы, получавшей сложную минеральную подкормку.

Результаты исследования крови у поросят 1-ой группы
первого опыта

Таблица № 1

Число и месяц	№ № животных	Количество эритроцит. в тысяч.	Количество лейкоцит	Процент гемоглобина	Скорость свертыван. в минутах	Резистент. эритроц.		Лейкоцитарная формула										Кальций в мг проц.	Калий в мг проц
						Максим.	Миним.	Б	Э	Нейтрофилы				Л	М				
										М	Ю	П	С						
23/III	1	5190	7800	42	5	0,36	0,56	—	—	—	0,5	—	31,5	68,0	—	12,0	22,3		
25/IV		5540	5600	50	5	0,36	0,54	—	0,5	—	0,5	0,5	46,5	52,0	—	13,1	21,3		
20/V		5150	8100	35	4	0,36	0,56	—	—	—	—	2,5	37,5	60,0	—	11,9	22,7		
23/III	2	4950	6800	30	5	0,34	0,52	—	1,0	—	0,5	2,5	30,5	65,5	—	13,0	19,2		
25/IV		4990	9400	25	5	0,36	0,56	—	—	—	—	1,0	54,0	45,0	—	10,7	19,6		
20/V		4100	6800	35	4	0,34	0,58	—	0,5	—	0,5	1,5	40,0	57,5	—	11,3	20,9		
23/III	3	5520	8200	30	5	0,34	0,58	—	0,5	—	—	1,5	38,0	60,0	—	10,7	23,8		
25/IV		4290	6000	25	4	0,34	0,52	—	1,0	0,5	1,0	—	35,0	62,5	—	11,5	22,0		
20/V		5000	5000	40	4	0,34	0,58	—	1,0	—	—	1,5	32,0	64,0	1,5	11,6	19,3		
23/III	4	5830	7000	35	3	0,36	0,56	—	—	—	—	—	35,0	65,0	—	12,2	23,4		
25/IV		4980	6800	40	3	0,36	0,56	—	0,3	—	0,5	0,5	22,5	71,5	2,0	10,5	22,9		
20/V		4100	11600	30	5	0,38	0,60	—	2,5	1,0	1,0	4,5	58,0	31,5	1,5	9,8	22,2		
23/III	5	5020	6400	30	4	0,36	0,56	—	—	—	0,5	1,0	45,0	53,5	—	12,6	19,3		

Из этой таблицы видно, что количество эритроцитов и лейкоцитов в середине и к концу опыта не выходит из пределов показателей к началу опыта. Повышенное содержание лейкоцитов до 11.600 у поросенка № 4 находит себе объяснение в том, что указанное животное заболело повосом. Характерно, что процент гемоглобина в одном лишь случае достигает 50 (поросенок № 1), а в остальных колеблется между 25 и 42, проявляя незначительную тенденцию к увеличению. Скорость свертывания крови к концу опыта увеличена на 1 минуту. Резистентность эритроцитов: максимальная остается в большинстве неизменной, минимальная же подвергается колебаниям от 0,52 в начале опыта до 0,53 в конце (поросенок № 2).

В лейкоцитарной формуле поросенка № 4, у которого найден сдвиг нейтрофилов влево до миелоцитов, при этом сегментированных 58,0 проц., палочко-ядерных 4,5 проц., юных 1,0 проц. и миелоцитов 1,0 проц. Одновременно увеличено количество эозинофилов до 3,0 проц. У остальных поросят колебание в пределах нормы. Количество кальция и калия все время находится в пределах предопытных величин.

Необходимо отметить, что поросенок № 5 из указанной группы в середине опыта пал от желудочно-кишечного заболевания. При патолого-анатомическом вскрытии обнаружено: гиперемия слизистой желудка и кишечника, большое количество слизи в последнем.

Показатели крови у 2-й группы поросят, получавших простую минеральную подкормку, сведены в таблице № 2.

Результаты исследования крови у поросят 2-й группы
первого опыта Таблица № 2

Число и месяц	№ животных	Количество эритроцит. в тысяч.	Количество лейкоцит.	Процент гемоглобина	Скорость свертывания в минутах	Резистент. эритроц.		Лейкоцитарная формула								Кальций в мг. проц.	Калий в мг. проц.
						Максим.	Миним.	Б	Э	Нейтрофилы				Л	М		
										М	Ю	П	С				
22/III	1	5250	9000	40	6	0,36	0,56	—	1,0	—	—	1,5	40,5	57,5	—	10,7	20,7
25/IV		5170	9200	30	4	0,36	0,56	—	1,5	0,5	—	0,5	36,0	61,0	0,5	12,0	22,0
21/V		7600	16600	50	3	0,38	0,48	—	2,0	—	—	—	28,0	70,0	—	12,1	23,2
22/III	2	4010	6400	32	5	0,36	0,56	—	1,5	—	—	1,0	31,5	66,0	—	11,5	19,3
25/IV		5000	12500	30	6	0,34	0,56	—	—	0,5	2,0	1,0	46,5	50,0	—	11,2	21,7
21/V		8150	15000	40	4	0,38	0,56	—	1,0	—	—	—	36,5	62,5	—	11,3	20,9
22/III	3	3580	5000	31	4	0,36	0,58	—	—	—	—	—	37,5	61,5	1,0	10,4	20,0
25/IV		5500	10000	40	4	0,38	0,56	—	1,5	0,5	0,5	1,0	29,5	68,0	—	10,2	20,0
21/V		5650	8000	45	5	0,34	0,5	—	1,5	—	—	1,5	30,5	66,5	—	12,5	23,5
22/III	4	3870	7000	45	3	0,38	0,56	—	0,5	—	0,5	0,5	27,5	70,0	1,0	10,2	24,1
25/IV		4760	9600	47	3	0,42	0,58	—	—	—	0,5	1,5	29,5	67,0	1,5	14,4	23,0
21/V		6000	7750	45	3	0,38	0,56	—	—	—	1,5	1,0	33,5	64,0	—	13,2	24,3
22/III	5	4260	4600	25	3	0,38	0,58	—	1,0	—	—	0,5	31,0	67,5	—	12,1	19,8
25/IV		5040	11000	30	4	0,38	0,58	—	1,0	—	—	0,5	32,5	62,5	3,5	13,3	19,5
21/V		4900	7800	28	5	0,40	0,56	—	0,5	—	1,5	2,5	29,0	67,0	—	13,0	21,4

В процессе опыта количество эритроцитов постепенно нарастает, достигая 3.150.000 (поросенок № 2). Лейкоциты доходят к концу опыта у двух поросят до 15.000, у остальных—в пределах нормы. Гемоглобин постепенно увеличивается, но также не превышает 50 проц. к концу опыта. Скорость свертывания крови у поросят № 1 и № 2 увеличивается на 1—3 минуты, у двух поросят № 3 и № 5 уменьшается на 1—2 минуты, а у поросенка № 4 остается без изменений. Резистентность эритроцитов: максимальная от 0,42 до 0,34, минимальная—0,58 до 0,48. В лейкоцитарной формуле появляются миелоциты до 0,5 проц. в 3-х случаях, в остальном без изменения. Количество кальция лишь в одном случае (поросенок № 4) доходит до 14,4 мг проц., у остальных поросят не выходит из пределов предопытных показателей. Калий—от 19,3 до 24,3 мг проц.

Рассматривая данные крови 3-й группы поросят (таблица 3), являющейся контрольной, можно обнаружить следующие, весьма характерные отклонения.

Результаты исследования крови у поросят 3 группы первого опыта

Таблица № 3

Число и месяц	№№ животного	Количество эритроцитов в тысячах	Количество лейкоцитов	Процент гемоглобина	Скорость свертывания в минутах	Резистент. эритроц.		Лейкоцитарная формула										Кальций в мг. проц.	Калий в мг. проц.
						Максимум	Минимум	Б	Э	Нейтрофилы				Л	М				
										М	Ю	П	С						
23/III	1	4.880	6.200	30	4	0,36	0,56	—	—	—	—	0,5	31,0	68,0	0,5	10,8	20,1		
25/IV		4.000	4.400	30	4	0,32	0,60	—	0,5	—	—	2,0	17,0	80,5	—	8,2	19,9		
23/III	2	5.740	4.600	32	3	0,36	0,56	—	—	—	0,5	1,5	35,0	63,0	—	12,4	20,2		
25/IV		3.400	5.600	35	3	0,32	0,60	—	—	—	—	2,0	30,0	68,0	—	7,6	21,3		
23/III	3	4.350	6.000	28	3	0,38	0,56	—	1,0	—	—	3,0	37,0	57,5	1,5	11,6	22,0		
25/IV		3.820	5.000	25	5	0,34	0,60	—	—	—	—	—	22,0	78,0	—	9,3	19,0		
23/III	4	3.670	6.600	25	3	0,38	0,56	—	1,0	0,5	0,5	0,5	35,0	62,5	—	10,4	21,0		
25/IV		8.270	5.800	25	5	0,34	0,58	—	4,5	0,5	—	1,0	35,0	59,0	—	10,5	18,5		
23/III	5	4.830	5.000	30	4	0,38	0,54	—	1,0	—	1,0	—	35,5	62,5	—	11,3	20,0		
25/IV		3.520	6.400	25	6	0,34	0,56	—	7,5	—	—	—	22,5	69,0	1,0	9,0	18,5		

Количество эритроцитов на протяжении всего опыта заметно уменьшается, доходя до 3.270 000. Лейкоциты находятся в пределах 4.400—6.400. Количество гемоглобина не только не повышается, а наоборот, постепенно падает до 25 проц. Скорость свертывания крови у поросят № 1 и 2 осталась без изменения, а у № 3, 4 и 8—уменьшилась на 2 минуты. Резистентность эритроцитов: максимальная повышается от 0,38 до 0,32, минимальная—от 0,60 до 0,54. В лейкоцитарной формуле следует указать на состояние относительной нейтропении и лимфоцитоза. У некоторых поросят обнаружено появление миелоцитов 0,5 проц. Количество кальция понижается (гипокальцемия) до 7,6 мг проц., калия от 18,5 до 22 мг проц.

Сопоставляя данные исследования крови у поросят трех групп первого опыта можно указать, что особо выраженного различия по показателям крови у 1 и 2 группы не обнаружено. Хотя у 2 группы поросят, получавшей простую минеральную смесь, по сравнению с 1, получавшей сложную минеральную подкормку, количество гемоглобина незначительно повышается, однако к концу опыта в обеих группах самым высоким показателем является 50 проц. Количество эритроцитов в одном лишь случае во 2 группе достигает 8.150.000. Некоторое увеличение количества лейкоцитов у поросят этой группы мы объясняем как реакцию на желудочно-кишечные заболевания.

Отсутствие разницы в количестве эритроцитов, их резистентности к гипотоническим растворам NaCl, в процентном содержании гемоглобина, в скорости свертывания крови и лейкоцитарной формуле, а равно и в содержании кальция и калия в сыворотке дает основание считать, что в наших опытах сложная и простая минеральные смеси, добавляемые к основному рациону, дали одинаковый эффект.

Данные клинического наблюдения также не дают возможности говорить об иных выводах.

К аналогичному заключению приходят Шихи и Сениор на основании своих опытов по подкормке поросят сложной и простой минеральной смесями.

Показатели крови третьей контрольной группы поросят, не получавших совсем минеральной подкормки, резко отличаются от первых двух.

Уменьшение количества эритроцитов, малое содержание гемоглобина, относительное уменьшение количества лейкоцитов, понижение скорости свертывания крови свидетельствуют о том, что у указанных поросят происходили глубокие нарушения в обмене веществ.

Повышение максимальной резистентности эритроцитов связано с пониженной регенеративной способностью кроветворного аппарата. По мнению Шустрова, чем старше эритроцит, тем резче выражена его устойчивость по отношению к гипотоническим растворам. Стойкость старых клеток зависит от погло-

щаемых ими продуктов распада погибших эритроцитов, солей и липоидов. Повышение максимальной резистентности, определяя собой задержку регенерации, является неблагоприятным признаком в прогностическом отношении.

Лимфоцитоз с относительной нейтропенией и одновременным сдвигом ядра до миелоцитов явились результатом заболевания поросят.

Гипокальцемия (7,6 мг проц), являясь следствием недостатка в корме кальция, привела к нарушению возбудимости нервно-мышечной системы.

Следует особо подчеркнуть, что описываемая контрольная группа поросят отставала в развитии от первых двух групп. В процессе опыта появились явные „заморыши“, а также признаки анемии и рахита, выраженные в различной степени. В результате общего недоразвития, расстройства обмена веществ, наличия рахита и анемии, все контрольные поросята к концу опыта погибли. При этом часто наблюдались тетанические судороги. Что касается поросят, получавших минеральную подкормку, то среди них указанных явлений не наблюдалось.

Во втором групповом опыте, как упоминалось выше, изучалась эффективность различных соотношений фосфора и кальция в минеральных смесях, даваемых поросятам в виде мела и костяной муки.

Данные исследования крови I группы поросят этого опыта, получавшие минеральную подкормку с соотношением $P_2O_5:CaO=2$, показаны в таблице 4.

Из этой таблицы видно, что количество эритроцитов колеблется от 3.230 тыс. до 5.700 тыс.; лейкоцитов—от 5.000 до 20.000; процент гемоглобина—от 20 до 40; скорость свертывания крови—в пределах 4—6 минут. Резистентность эритроцитов к гипотоническим растворам: максимальная—от 0,38 до 0,32, минимальная—от 0,52 до 0,50. Лейкоцитарная формула варьирует в пределах нормы. Содержание кальция в сыворотке понижается от 12,0—10,2 мг пр. в начале опыта до 7,4 мг пр. к концу опыта. Калий держится в пределах 19,3—24,7 мг пр.

В таблице № 5 приведены показатели крови 2 группы поросят получавшей фосфор и кальций в соотношении равной единице.

Количество форменных элементов 1 куб. мм для эритроцитов возрастает с 3.250 тыс. до 6.300 тыс., для лейкоцитов—от 3.000 до 19.000. Содержание гемоглобина увеличивается от 16—25 пр. до 48 пр. Скорость свертывания крови повышается от 7 до 3 минут. Максимальная резистентность эритроцитов—от 0,33 до 0,30, минимальная—0,58 до 0,46. Лейкоцитарная формула обнаруживает к концу опыта увеличение палочкоядерных до 7,0 пр. и юных—3,5 пр. Количество кальция и калия не отклоняется от нормы.

Третья группа поросят получала минеральную подкормку при соотношении фосфора к кальцию, равному 0,5.

**Результаты исследования крови у поросят 1-й группы
второго опыта**

Таблица № 4

Число и месяц.	№№ животного	Количество эритроцит. в тысячах	Количество лейкоцит	Процент гемоглобин.	Скорость свертыв. в минутах	Резистент эритроц.		Лейкоцитарная формула								Кальций в мг проц.	Калий в мг проц.
						Макс.	Миним.	Б	Э	Нейтрофилы				Л	М		
										М	Ю	П	С				
21/III	1	3.230	7.400	36	4,5	0,38	0,56		0,5	—	0,5	2,5	56,0	40,0	0,5	11,2	20,4
24/IV		4.570	6.200	25	4,5	0,36	0,51	—	—	—	0,5	—	69,0	30,5	—	10,5	19,3
21/V		4.100	9.400	35	6,5	0,32	0,50	—	—	—	—	—	35,0	65,0	—	9,3	21,0
21/III	2	4.610	5.800	37	5,0	0,38	0,58	—	—	—	—	1,5	38,0	60,5	—	12,0	23,0
24/IV		5.630	7.600	40	6,0	0,36	0,52	—	—	—	0,5	1,5	31,5	66,5	—	10,9	21,7
21/V		5.100	9.600	40	5,5	0,34	0,52	—	—	—	—	—	30,0	70,0	—	10,0	21,7
21/III	3	3.690	6.200	37	6,0	0,36	0,56	—	—	—	0,5	0,5	36,5	62,5	—	10,7	23,1
24/IV		5.490	13.000	30	4,5	0,36	0,52	—	0,5	—	0,5	—	13,5	85,5	—	9,2	21,5
21/V		5.500	15.600	40	5,0	0,34	0,52	—	—	—	—	—	45,0	55,0	—	8,1	22,3
21/III	4	3.570	7.000	30	4,0	0,36	0,54	—	0,5	—	—	2,0	20,0	77,5	—	11,5	21,5
24/V		5.700	19.000	30	4,0	0,36	0,52	—	—	—	—	—	24,5	76,0	—	8,3	21,6
21/III	5	3.520	5.000	20	5,0	0,38	0,56	—	—	—	—	2,5	42,5	55,0	—	10,2	22,3
24/IV		4.390	20.000	30	4,5	0,36	0,54	—	—	—	0,5	2,5	33,5	63,5	—	7,4	24,7

Исследование крови дало следующие показатели (см. т. № 6).

Как видно из таблицы № 6, количество эритроцитов колеблется от 3.100 до 4.300, лейкоцитов — 5.600 до 18.000. Содержание гемоглобина—от 25 до 40 пр. Скорость свертывания крови—от 4 до 2 минут. Максимальная резистентность эритроцитов—от 0,38 до 0,30, минимальная—0,58 до 0,40. Лейкоцитарная формула в норме. Содержание кальция повышается с 10,0 — 12,0 мг пр. до 17,0 мг пр. Калий колеблется в пределах 20,5—23,2 мг пр.

Полученные данные исследования крови трех групп поросят второго опыта показывают, что неправильное взаимное соотношение минеральных веществ в корме (P₂O₅:CaO) изменяет нормальный состав крови, нарушает процессы обмена веществ и приводит к заболеваниям, более или менее ярко выраженным.

**Результаты исследования крови у поросят 2 группы
второго опыта**

Таблица № 5

Число и месяц	№ животного	Количество эритроц. в тысячах	Количество лейкоцит.	Прог. гемоглобин	Скорость свертывания в минутах	Резистент. эритроц.		Лейкоцитарная формула							Кальций в мг проц.	Калий в мг проц.	
						Максим.	Миним.	Б	Э	Нейтрофилы				Л			М
										М	Ю	П	С				
21/III	1	3.830	5.000	16	5	0,36	0,56	—	0,5	—	1,5	3,0	35,0	60,0	—	12,4	22,0
24/IV		4.500	5.000	25	4	0,34	0,48	—	1,5	—	—	—	38,0	60,0	0,5	11,9	22,4
21/V		5.950	19.200	42	3	0,34	0,52	—	1,0	—	3,5	5,5	35,0	55,0	—	11,5	21,9
21/III	2	3.250	6.400	20	5	0,34	0,54	—	—	—	—	—	21,5	78,0	0,5	11,3	21,3
24/IV		5.210	10.200	32	4	0,36	0,50	—	4,5	—	0,5	1,5	26,0	67,0	0,5	10,5	20,8
21/5		6.250	13.200	46	5	0,36	0,48	—	0,5	—	2,5	7,0	55,0	35,0	—	10,7	19,8
21/III	3	3.800	6.400	25	7	0,36	0,56	—	—	—	—	1,0	31,0	68,0	—	10,4	19,9
24/IV		4.510	6.800	35	6	0,38	0,52	—	—	1,0	0,5	—	43,5	55,0	—	10,6	20,1
21/V		4.250	8.000	45	6	0,30	0,46	—	—	—	1,5	3,5	54,5	40,5	—	10,3	20,4
21/III	4	4.710	6.000	20	5	0,36	0,58	—	0,5	—	—	1,5	32,5	65,5	—	10,0	19,8
24/IV		4.890	7.600	30	4	0,36	0,52	—	—	—	1,0	4,0	31,5	63,5	—	10,5	20,2
21/V		5.500	8.300	45	4	0,36	0,54	—	—	—	0,5	5,5	37,0	56,5	0,5	11,0	20,8
21/III	5	3.050	6.400	17	4	0,38	0,58	—	—	—	0,5	2,5	30,5	66,5	—	13,6	21,6
24/IV		5.350	16.000	35	4	0,36	0,56	—	1,0	—	—	1,0	37,0	61,0	—	12,1	22,3
21/V		6.300	9.000	48	4	0,36	0,56	—	—	—	0,5	3,5	36,0	60,0	—	11,8	21,9

Наиболее оптимальные показатели крови обнаруживаются во второй группе поросят. Заметное увеличение количества эритроцитов (до 6.300), повышенное содержание гемоглобина до 40 пр., наличие достаточного количества молодых форм нейтрофилов (палочкоядерных, юных, но без миелоцитов) отображает нормальную регенеративную способность кроветворного аппарата. Количество кальция и калия, будучи в норме, обеспечивает нормальное течение ферментативных процессов, образование костной ткани и состояние нервно-мышечной возбудимости. Учитывая при этом данные наблюдений за привесом и состоянием поросят, можно считать, что соотношение $P_2O_5:CaO$, равное единице, оказалось наиболее благоприятным для нормального роста и развития поросят.

Всякое отклонение от этого оптимума в ту, либо другую сторону неизменно приводит к различного рода расстройствам и нарушению состава крови. Так, при соотношении $P_2O_5:CaO=2$ (1 группа поросят) количество эритроцитов и гемоглобина на-

Результаты исследования крови у поросят 3 группы второго опыта

Таблица № 6

Число и месяц	№№ животных	Количество эритроцитов в тысячах	Количество лейкоцитов	Процент гемоглобина	Скорость свертывания в минутах	Резистент. эритроц.		Лейкоцитарная формула								Кальций в мг. проц.	Калий в мг проц
						Максимум.	Минимум	Б	Э	Нейтрофилы				Л	М		
										М	Ю	П	С				
22/III	1	3840	5600	30	4	0,36	0,58	—	—	—	—	1,5	27,5	70,5	0,5	12,0	23,2
24/IV		4500	5600	40	2,5	0,88	0,58	—	—	—	1,5	3,5	35,5	59,5	—	14,4	21,5
21/V		4150	14800	40	2,5	0,36	0,60	—	—	—	0,5	2,5	37,	60,0	—	17,0	22,3
22/III	2	4910	6800	32	3	0,38	0,58	—	0,5	—	0,5	0,5	27,0	71,0	0,5	10,2	20,5
24/IV		4000	17000	30	2,0	0,38	0,56	—	—	—	0,5	3,5	32,0	63,5	0,5	15,5	21,3
22/III	3	4930	6800	30	4,0	0,38	0,56	—	—	—	1,5	0,5	25,0	73,0	—	11,5	21,4
24/IV		4500	18000	35	3,0	0,36	0,52	—	—	—	3,5	4,5	32,0	60,0	—	14,9	24,1
22/III	4	3010	500	30	4,0	0,36	0,56	—	—	—	—	1,0	31,0	67,0	0,5	12,0	20,5
24/IV		4600	10000	30	2,5	0,34	0,50	—	0,5	—	0,5	2,0	33,5	64,0	—	12,0	21,6
21/V		4800	12400	35	2	0,30	0,40	—	—	—	—	1,0	37,0	61,5	—	16,0	22,1
22/III	5	4250	6000	25	4	0,36	0,56	—	0,5	—	—	0,5	37,	62,0	—	10,0	20,7
24/IV		4050	8800	35	2,0	0,32	0,46	—	—	—	1,5	3,5	41,0	54,0	—	13,8	21,1
21/IV		4650	14000	37	2	0,30	0,50	—	—	—	0,5	2,5	37,5	59,0	0,5	14,2	21,5

ходятся на более низких показателях. Резко понижающееся количество кальция (гипокальцемия до 7,4 мг пр.) приводит к тетании. Два поросенка этой группы №№ 4 и 5 к концу опыта погибли с признаками истощения, общей слабости, расстройства желудочно-кишечного тракта.

Данные крови третьей группы поросят ($P_2O_5:CaO=0,5$), отличающиеся еще более низким содержанием эритроцитов невысоким процентом гемоглобина, повышением скорости свертывания крови до 2 минут при гиперкальцемии, достигающей 17,0 мг пр. показывают, что соотношение фосфора к кальцию, равное 0,5, не обеспечивает нормального роста и развития организма. Общие наблюдения показывают заметное отставание в росте. Два поросенка за №№ 2 и 3 («заморыши») пали.

Несмотря на то, что важность соотношения фосфора и кальция в рационе для животного организма известно давно, однако имеющиеся в литературе указания колеблются в широких пределах. Так, Спильдо указывает на наиболее благоприятные результаты при соотношении $P_2O_5:CaO=1,6$, Мельгард— $1,0-1,1$; Бетке, Эджингтон и Кик, изучая действие соотношения фосфора и кальция в рационе на рост и образование костей у свиней, получили наилучшие результаты при рационах с грамм-эквивалентным соотношением $P_2O_5:CaO$ —от 0,7 до 1,3.

Наши опыты показывают, что наиболее благоприятным для растущих свиней является рацион, содержащий фосфор и кальций в соотношении $P_2O_5:CaO$ равном единице.

В балансовых опытах, проводившихся на 6 подсвинках 2½ месячного возраста, ставилось целью изучить влияние соотношений фосфора к кальцию в рационе в пределах от 0,5 до 2.

Подсвинки содержались индивидуально в особо устроенных станках—ящиках, приспособленных для собирания фекальных масс и мочи. Помещение, в котором находились ставки, имело нормальный доступ света.

Кормление производилось три раза в день. Основной рацион состоял из овсяной муки, льняных жмыхов, клеверного сена и снятого коровьего молока. Минеральная подкормка в виде смеси мела и костяной муки задавалась в корм.

Соотношение фосфора к кальцию в рационах подсвинков было следующее: подсвинок № 1— $P_2O_5:CaO=0,5$, подсвинок № 2— $P_2O_5:CaO=1$, подсвинок № 3— $P_2O_5:CaO=1,5$, подсвинок № 4— $P_2O_5:CaO=1,5$, при этом последний пользовался ежедневными прогулками вне помещения, подсвинок № 5 получал рацион в соотношении $P_2O_5:CaO=2$, подсвинку № 6 минеральная подкормка в виде мела и костяной муки давалась отдельно от основного рациона в неограниченном количестве.

Исследования крови производилось пять раз на протяжении всех опытов, то-есть с 22/VI—35 г. по 29/VII—35 г., с промежутками времени в среднем 7 дней. Методика исследования та же, что и в групповых опытах. Параллельно с исследованием крови подсвинки подвергались взвешиванию.

К началу опытов показатели крови у всех подсвинков колебались в следующих пределах: количество эритроцитов от 6.900 тыс. до 9.660 тыс., лейкоцитов—от 6.000 до 10.600; содержание гемоглобина—от 60 до 75 проц; скорость свертывания крови—от 4 до 5 минут. Резистентность эритроцитов к гипотоническим растворам NaCl: максимальная—0,38—0,34, минимальная—0,58 до 0,54. Лейкоцитарная формула: Б—0 проц., Э—0,0—2,5 проц., М—0,0 проц., Ю—0,0—0,5 проц., П—0,5—3,5 проц., С—25,0—45,5 проц., Л—54,0—74,0 проц., и М—0 проц. Кальций—от 10,4—13,0 мг пр, калий—19,7—22,3 мг пр.

Индивидуальный вес подсвинков к началу и к концу опытов показан в общей таблице № 7.

Результаты исследования крови и привеса у подсвинков

на начало и конец балансовых опытов

Таблица № 7

Число и месяц	№ животного	Количество эритроцитов в тысячах	Количество лейкоцитов	Процент гемоглобина	Скорость свертывания в минутах	Резистент. эритроц.		Лейкоцитарная формула								Кальций в мгр проц.	Кальций в мгр. проц.	Живой вес в кгр
						Максимум	Минимум	В	Э	Нейтрофилы			Л	М				
										М	Ю	П			С			
22/VI	1	8353	6.000	70	5,0	0,34	0,54	—	—	—	—	1,5	37,5	61,0	—	10,4	19,7	23,0
29/VII		7300	8.000	73	3,5	0,36	0,58	—	3,0	—	—	1,0	32,0	64,0	—	14,5	19,5	31,6
22/VI	2	7180	7.500	63	4,5	0,36	0,54	—	—	—	0,5	0,5	25,0	74,0	—	11,3	20,2	35,0
29/VII		8900	8.300	85	4,0	0,44	0,60	—	0,5	—	—	—	36,0	65,5	—	11,5	19,8	45,6
22/VI	3	7500	8.600	65	4,0	0,36	0,54	—	2,5	—	—	1,0	28,0	68,5	—	12,5	21,7	35,0
29/VII		7520	8.000	65	4,0	0,32	0,50	—	2,0	—	—	0,5	21,5	76,0	—	10,0	21,5	41,0
22/VI	4	6900	10.600	70	5,0	0,36	0,54	—	0,5	—	0,5	0,5	34,0	64,5	—	12,4	22,3	29,0
29/VII		8500	13.000	85	4,0	0,46	0,56	—	0,1	—	—	—	28,0	70,0	1,0	12,2	22,4	38,5
22/VI	5	6930	7.400	75	4,0	0,38	0,58	—	2,0	—	—	2,0	35,0	61,0	—	13,0	21,0	26,0
29/VII		6600	8.900	75	5,5	0,32	0,58	—	3,5	—	—	—	31,0	65,5	—	8,4	20,9	32,5
22/VI	6	8660	10.200	60	4,5	0,38	0,54	—	0,5	—	—	3,5	42,0	54,5	—	10,6	22,0	33,0
29/VII		8500	10.000	76	4,0	0,38	0,52	—	2,0	—	—	—	29,0	69,0	—	11,4	21,7	40,5

Периодические исследования крови по ходу опытов показали, что у подсвинка № 1 эритроциты все время находились на более низких показателях, по сравнению с началом опытов; к концу опыта их количество уменьшилось на 1 миллион. Скорость свертывания крови повысилась с 5 до 3,5 минуты. Одновременно установлено увеличение кальция в сыворотке до 14,5 мг пр. Все остальные показатели крови варьируют в пределах предопытных величин.

Характерно, что у подсвинка № 2, получавшего рацион с соотношением фосфора и кальция равным единице, количество эритроцитов возрастает до 8.900 тыс., процент гемоглобина достигает 85. Изменяется и резистентность эритроцитов: максимальная понижается с 0,36 до 0,44, минимальная — с 0,54 до

0,60. Количество кальция и калия, а равно и прочие показатели—в пределах нормы. Следует указать, что данный подсвинок к концу опыта прибыл в весе на 10,6 кг.

В показателях крови подсвинка № 3 обращает на себя внимание тот факт, что они к концу опыта остаются почти на тех же величинах за исключением лишь содержания кальция в сыворотке, который уменьшился на 2,5 мг проц., и повышение максимальной резистентности с 0,36 до 0,32. Указанный подсвинок прибавился в весе всего на 6 кг, при этом кривая привеса показывает, что прирост за первую половину опыта шел интенсивно, а со второй половины—совершенно приостановился.

Подсвинок № 4 прибыл в весе на 9,5 кг., причем кривая привеса возросла равномерно. Показатели крови отличаются повышением количества эритроцитов с 6 900 тыс. до 3 500 тыс; увеличением лейкоцитов до 13 000; показатель гемоглобина увеличился на 15 проц. Скорость свертывания крови повысилась на 1 минуту. Максимальная резистентность эритроцитов понизилась с 0,36 до 3,46. Лейкоцитарная формула и содержание кальция и калия остались без значительных изменений.

У подсвинка № 5, получавшего рацион с соотношением $P_2O_5:CaO=2$, значительно понижено содержание кальция в сыворотке (до 8,4 мг проц.), уменьшена скорость свертывания крови и повышена максимальная резистентность эритроцитов. В весе прибыл на 6,5 кл, кривая привеса к концу опыта резко замедлилась.

Получавший минеральную подкормку по принципу свободного выбора подсвинок № 6 за время опыта прибыл в весе на 7,5 кл. Количество эритроцитов и лейкоцитов, скорость свертывания крови, а и также лейкоцитарная формула и резистентность эритроцитов остаются без изменения. Гемоглобин увеличился на 16 проц. Содержание кальция и калия в пределах нормы.

Анализируя результаты исследования крови и наблюдения за привесом, у всех шести подсвинков, можно установить, что развитие и рост организма наиболее эффективно происходили у подсвинка № 2, получавшего фосфор и кальций в соотношении равном единице; у которого найдены лучшие показатели изменений крови, а также привес оказался большим, по сравнению с остальными животными.

Увеличение количества форменных элементов и процента гемоглобина у подсвинка № 4, одновременное повышение максимальной резистентности эритроцитов и отсутствие отклонений от нормы в остальных показателях крови говорит за то, что соотношение фосфора к кальцию, равное 1,5 при, пользовании прогулками, достаточно обеспечивает нормальное развитие организма.

По сравнению с указанными двумя подсвинками, несколько уступает в своих показателях подсвинок № 6, который получал

подкормку по принципу свободного выбора. Однако, по отношению к последующим трем подсвинкам (№№ 1, 3, и 5), его данные крови и привеса оказались лучшими.

Отклонения в соотношении фосфора к кальцию в сторону повышения— $P_2O_5:CaO=2$, либо понижение— $P_2O_5:CaO=0,5$, вызывают резкие изменения в содержании кальция в сыворотке (гипо—и гиперкальцемия), в скорости свертывания крови и резистентности эритроцитов, а также заметное отставание в привесе по сравнению с подсвинками № 2 и № 4 (подсвинок № 5 и № 1).

В ы в о д ы

1. Исследование крови является важным объективным критерием для оценки пригодности минеральной подкормки, добавляемой к основному рациону животных.

2. У поросят, не получавших минеральной подкормки, данные крови характерны уменьшением эритроцитов до 3.270 000, и гипокальцемией до 7,6 мг проц. Поросята резко отставали в росте и развитии, среди них появлялись „заморыши“, наступала анемия и рахит,—к концу опыта погибли.

3. Сложная и простая минеральные смеси, добавляемые к основному рациону, в наших опытах дали одинаковый эффект.

4. Второй групповой и балансовые опыты подтверждают положение, что для нормального роста и развития поросят главное значение имеет не столько абсолютное содержание кальция и фосфора в рационе, сколько их правильное соотношение.

5. По нашим исследованиям наиболее оптимальные показатели крови обнаружены у поросят, получавших рацион с соотношением $P_2O_5:CaO=1$; для подсвинков при пользовании прогудками—равное 1,5.

6. Всякое отклонение в ту, либо другую сторону от указанных соотношений (1,0—1,5) во всех опытах приводит к резким изменениям крови, отставанию в росте и развитии животных.

Л и т е р а т у р а

1. Р у б и н ш т е й н — Физико-химические основы биологии. Госмедизд. 1932 г

2. С и н е в — Клинически-лабораторное исследование крови и мочи дом. животных. С. Х. ГИЗ. 1931 г.

3. Д ь я к о в и Г о л у б е н ц о в а — Комбинирование кормовых рационов в отношении минерального питания. Снабтехизд. 1932 г.

4. П о п о в — Кормление свиней. Сельхозгиз 1932 г.

5. В е с е л о в — Химия крови в клинич. медицине. Госмедизд. 1931 г.

6. С м е т к и н и Г о л ь д б е р г — Уч. записки Казанского ГВИ. Т. 38, вып. 2. 1929 год.

7. Хрусталеv — там же.
 8. Качанов и Эдельштейн — Уч. записки Витебского ветзооинститута. том. III, 1936 г.
 9. Spildo — БИО ВИЖ'а. Перевод—Розенфельд.
 10. Shechy и Senior — тоже.
 11. Bethke, Edgington и Kick — тоже.
 12. Reimers и Smits — тоже.
 13. Sindair — тоже.
 14. Berndt и Berthmann — Проблемы животноводства. 1934 г. (реферат).
 15. Berndt и Baumgarten — там же.
 16. Møllgaard — Проблемы животноводства. Т. 6. 1934 г.
-