

## ЗНАЧЕНИЕ МЕДИ В КОРМЛЕНИИ РАСТУЩИХ СВИНЕЙ

Доктор сельскохозяйственных наук В. Ф. ЛЕМЕШ

**М**едь является химическим элементом, принадлежащим к первой группе менделеевской системы элементов. Как химический элемент она была известна человечеству с очень древних времен.

Согласно литературным данным запас меди в земной коре определяется в 0,003%, причем медь встречается чаще всего в рассеянном виде. Наличие меди в химическом составе тела растения и животного установлено сравнительно недавно. По данным проф. Виноградова медь была обнаружена в составе растений Джоном в 1814 году и в составе тела животных организмов Вайгулиным в 1808 году (т. е. одновременно с марганцем). Факт нахождения меди и ее соединений в составе организмов растений и животных толкнул исследователей на путь изысканий с целью установить ее физиологическую роль.

Сейчас окончательно установлено, что медь, подобно другим микроэлементам, является абсолютно необходимой для процессов обмена веществ растений и животных.

За недостатком места мы лишены возможности рассмотреть вопрос о роли меди в растительных организмах, а лишь кратко изложим литературные материалы о значении меди для животных.

Прежде чем перейти к анализу роли меди в физиологических отправлениях животного организма, остановимся вкратце на обмене меди. Старые представления о том, что соединения меди не всасываются, а выделяются исключительно с калом, сейчас опровергнуты. Многочисленные исследования мочи подтвердили не только факт выведения меди из организма с мочей, но и доказали, что количество выводимой с мочей меди колеблется в зависимости от содержания меди в пище. Чем больше поступает с пищей меди, тем больше выводится ее с мочей.

Петерсон и др. считают, что из организма человека выводится с мочей 10—15% меди, поступившей в организм с пищей и около 50% всосавшейся в кишечнике.

По данным, полученным на крысах, 65% всосавшейся меди выделяется через кишечник и 35% почками.

Всасывание меди в организме человека и животных происходит в верхних частях кишечника. К сожалению, нам нигде не удалось найти данных о том, в виде каких соединений поступает медь в организм с пищей, какие химические превращения эти соединения претерпевают в процессе обмена и в форме каких соединений происходит всасывание меди организмом.

Это обстоятельство следует отнести за счет недостаточной изученности этого вопроса биохимиками.

По данным Шульца, Харта и др. всасывание различных соединений меди в организме происходит неодинаково. Так, например, соединения меди с козеином, медные соли аминокислот, медь содержащаяся в гемоглобине хорошо используется организмом животных и человека. Медь же, находящаяся в соединении гематопорфирина почти не используется организмом.

Есть данные, говорящие о том, что некоторые пищевые вещества препятствуют всасыванию меди. Это, например, можно сказать о яичном желтке.

Потребности животных и человека в меди изучены недостаточно. Имеется ряд указаний на то, что у детей дошкольного возраста потребность в меди определяется в 1 мг на 1 кг живого веса. Всосавшаяся медь и ее соединения кровяным током заносятся в печень, которая представляет собою первоначальное депо, где концентрируются запасы меди. Продолжительность времени, в течение которого соединения меди задерживаются в печени, определяется, повидимому, многими условиями, до сих пор недостаточно изученными. Известно, например, что в какой-то связи находится время задержки соединений меди в печени с содержанием в ней соединений железа. Вместе с этим содержание меди в печени оказывает влияние на формы соединений железа в ней. При достаточном количестве меди железо в большей степени связывается в органические соединения и наоборот. Отмечено также, что при некоторых заболеваниях, например, циррозах печени, соединения меди дольше задерживаются в печени.

Из печени по кровеносному руслу соединения меди поступают во все органы и ткани. Задержка меди в печени обуславливает постоянство состава крови по содержанию меди. Если в организме с пищей, или при помощи инъекций вводится избыток солей меди, то увеличение количества последней в крови бывает незначительным и кратковременным, а весь избыток введенных соединений очень скоро можно обнаружить в печени и в селезенке.

Есть указания о том, что даже при длительном голодании количество меди в крови уменьшается не больше, чем на 20% и что это уменьшение затрагивает только содержание меди в плазме, а не в форменных элементах крови.

Постоянство состава крови по содержанию в ней меди регулируется не только печенью, но и почками. Как уже говорилось, при поступлении в организм больших количеств меди и ее соединений резко увеличивается количество меди, выводимой с мочей.

Какова же физиологическая роль меди и ее соединений в организме?

В последнее полувековье этому вопросу было посвящено много исследований отечественных и зарубежных ученых. Многочисленные факты говорят о большом значении меди в процессах кроветворения.

Как уже говорилось выше, в крови ракообразных и моллюсков медь содержится в большом количестве (6—7%) и входит в состав гемоглобина, выполняющего такую же роль в крови брахипод, как гемоглобин в крови млекопитающих. Хотя в составе гемоглобина медь и не обнаружена, но роль ее в процессе кроветворения бесспорна.

Проф. Ф. Я. Беренштейн, анализируя данные по этому вопросу, приводит исследования Уадделя, Эльвехима, Стейнбока и Харта над лечением алиментарной анемии у крыс солями меди. В тех случаях, когда прибавка солей железа не вызывала благоприятного эффекта, анемия

излучивалась комбинированными дачами солей железа и меди. Аналогичные данные приводятся Будилиным применительно к кроликам.

Положительное действие солей меди обнаружено при фенилгидразиновой (Левин, Школьник), пирогалловой (Школьник) и пиридиновых анемиях, при анемиях на почве больших кровопотерь от кровепускания (Школьник и др.).

По данным Дуб и Орловой, Суетина и др. соли меди хорошо зарекомендовали себя при лечении анемии у детей. Как одно сернокислое железо, так и сернокислое железо с сернокислой медью в комбинации дали одинаково хороший эффект, увеличив привесы поросят на 10% по сравнению с контрольными.

Я. М. Берзень указывает, что прибавка солей меди и кобальта действовала благоприятнее, чем одни соли кобальта на процесс кроветворения у валухов, страдающих кобальтовой недостаточностью. Это действие меди не наблюдалось в опытах с одислетками и нетелями крупного рогатого скота. Мартсон в своих опытах, проведенных им в 1934 году на острове Кенгуру, добился предупреждения анемии у овец комбинированным применением солей кобальта и меди. Такие же результаты получили по овцам Денлоп и Пайн.

Как указывалось выше, положительное действие соединений меди на процесс кроветворения у животных ставят связь с действием меди на процесс образования железистых органических соединений. Однако следует отметить, что этот вопрос далеко не выяснен во всех деталях, особенно в части, касающейся роли меди для разных видов и групп сельскохозяйственных животных. Только этим и можно объяснить противоречивость литературных данных. И совсем почти не изучено действие соединений меди на процесс кроветворения у свиней вообще и у растущих в частности.

По данным проф. Ф. Я. Беренштейна подкожные инъекции солей меди кроликам и собакам повышали агглютинабельность эритроцитов под действием водородных ионов.

По данным Подучевой и Эскиной уксусно-кислая медь при инъекциях се кроликам способствовала появлению у самок крольчих овуляции. Яйца, выделявшиеся при этом, были способны к оплодотворению. Эти эксперименты дают основание считать, что медь играет определенную роль в процессах размножения животных. Это подтверждается и тем, что в крови женщин, в период беременности и менструаций, резко увеличивается количество меди. То же наблюдается и в крови кур-наседок.

Велика роль соединений меди в окислительных процессах, протекающих в организме и особенно в углеводном обмене.

Многочисленные наблюдения, проведенные по изучению влияний солей меди на содержание сахара в крови, говорят о том, что этот микроэлемент принимает деятельное участие в гликолитических процессах, протекающих в организме.

М. И. Школьник показал, что подкожные инъекции сернокислой и азотнокислой меди в дозе 0,25—2,5 мг меди на кг живого веса вызывает гипогликемию у кроликов и собак. Инъекции этих же солей в дозах более высоких (5 мг на кг живого веса), либо вызывали незначительное уменьшение сахара в крови, либо вызывали явления гипергликемии.

Гипогликемическое действие солей меди наблюдалось не только тогда, когда количество сахара в крови было в норме (натощак), но и тогда, когда подкожными инъекциями или скармливанием глюкозы и виноградного сахара вызывалось значительное увеличение сахара в крови.

Судя по тому, что аналогичный эффект получался и у животных с удаленной поджелудочной железой, действие меди нельзя объяснить стимулирующей инкреторной деятельности панкреаса.

Тот же автор нашел, что соли меди в количествах, вызывающих гипогликемический эффект, не влияют на содержание гликогена в крови.

Проф. Беренштейн отмечает, что соли меди в опытах с кроликами при подкожных инъекциях уменьшали адреналиновую гипергликемию и повышали чувствительность организма к инсулину. Действие меди в этом отношении было идентичным действию солей марганца.

Шнетц указывает, что соединения меди не оказывают влияния на содержание сахара в крови у здоровых людей, но снижает адреналиновую и алиментарную гипергликемию. Благоприятное действие вызывало введение диабетикам 10—20 мг солей меди в течение 8—10 недель.

Харстман показал, что имеется определенная связь между количеством меди и молочной кислоты в крови. Увеличение количества меди в крови вызывает уменьшение содержания молочной кислоты и наоборот.

Проф. Ф. Я. Беренштейн указывает, что соединения меди влияют не только на углеводный обмен, но и на азотистый и водный.

В деятельности ферментов в животном организме медь играет не меньшую роль, чем в деятельности растительных ферментов. Окислительные функции фермента тирозиназы (окисляющего аминокислоту тирозин до меланина) обуславливаются в известной степени присутствием меди. Есть основания полагать, что медь является активным компонентом большой группы окислительных ферментов цитохромоксидов.

Имеются в литературе данные о том, что соли меди оказывают влияние на функцию желез внутренней секреции и нервной системы. Выше уже отмечалось, что соединения меди вызывали снижение адреналиновой гипергликемии. Отмечено, что соли меди усиливают инсулиновую гипогликемию (Школьник).

Отмечено, что заболевание базедовой болезнью сопровождается увеличением количества меди в крови. Аналогичное увеличение меди в крови можно вызвать введением тироксина и адреналина опытным животным.

Г. Н. Цобкалло в опытах на сердце лягушки показал, что микродозы меди вызывают усиление эффекта от раздражения блуждающего нерва. В дозах 0,02—1,0 мг на кг живого веса медь у кроликов и кошек вызывает повышенную возбудимость вагусного аппарата. Обращает внимание, как мы говорили раньше, что разные отделы мозга содержат медь не в одинаковых количествах.

О роли меди в функциях Ц. Н. С. говорят и эксперименты П. В. Радионова. Автор показал, что введение соли меди в лимфатический узел дает явления мышечного паралича с необратимой остановкой сердца в системе.

Вряд ли достаточно всего сказанного выше о роли соединений меди в процессе обмена веществ, чтобы исчерпать полностью вопрос о биологической роли меди для животного организма. Но и этого достаточно, чтобы понять, как велика эта роль и насколько актуальны дополнительные исследования в этом направлении.

Что касается изучения вопроса о применении солей меди для подкормки сельскохозяйственных животных, то этот вопрос очень слабо изучен и слабо освещен в литературе. Начиная с 1925—26 гг в зоотехнической литературе стали встречаться все чаще и чаще указания на то, что применение одних соединений железа, как средства профилактики и лечения алиментарной анемии, не достигает цели, что соединения железа необходимо применять вместе с соединениями меди. Эта рекомендация делалась, главным образом, на основании данных американцев, полученных в опытах с лабораторными животными.

Вот почему в 1935 г. мы попытались проверить это предположение приме-

нительно к пороссятам-сосунам и не получили ожидаемого эффекта. В опыте были три группы поросят. Одна группа контрольная, вторая получала подкормку серноокислым железом и третья получала подкормку серноокислым железом и серноокислой медью. Опыт длился весь подсосный период и показал, что группа, получавшая одно железо и группа, получавшая железо и медь дали одинаковые привесы и что привесы эти были выше привесов контрольной группы на 10%. Возможно здесь сказалось то, что поросята не страдали резко выраженной формой алиментарной анемии. Сейчас стоит пожалеть, что этот эксперимент мы не сопровождали исследованием крови у опытных животных.

В более позднее время стали раздаваться голоса о том, что неорганические формы железа не используются животными и что роль меди сводится к тому, чтобы способствовать превращению в печени неорганических соединений железа в органические.

В книге Стайлса собраны современные данные, характеризующие заболевания сельскохозяйственных животных на почве недостатка меди в рационах. Данные эти охватывают только иностранные материалы и совершенно не касаются наших отечественных. Стайлс приводит описанное Сьоллема заболевание в Голландии крупного рогатого скота, известное под названием лизухи. Это заболевание встречается в районах, где распространено заболевание злаков, известное под названием «болезни освоения». В районах распространения «болезни освоения» отмечается резкое снижение содержания меди в сене. Если в обычном сене медь содержится в количестве 6—12 мг/кг, то в сене, собранном из «больных» районов ее количество падает до 2—3 мг/кг. Как сейчас установлено, «болезнь освоения» есть следствие недостатка меди в почвах.

Характерными симптомами лизухи являются: сильное исхудание организма, снижение процента сухого вещества крови с 20 до 13—14, пониженное содержание в крови гемоглобина и железа. Перевод скота на кормление кормами, содержащими нормальное количество меди излечивает болезнь, равным образом излечивает ее и применение в подкормке солей меди.

Несколько позже Сьоллема описал еще одно заболевание крупного рогатого скота и коз, сопровождавшееся сильным исхуданием и поносом. Количество меди в крови и печени больных животных резко падает. Исследование кормов, при применении которых развивалось это заболевание, показало пониженное содержание меди. Перевод животных на кормление кормами, содержащими нормальное количество меди, равно как и применение солей меди, излечивало больных животных.

В литературе описано заболевание крупного рогатого скота, распространенное во Флориде и называемое там «солевой болезнью». Течение болезни по своим симптомам напоминает описанную болезнь, возникающую на почве кобальтовой недостаточности, однако сходство этой болезни с лизухой и одинаковое средство ее лечения и профилактики заставляет отнести ее к заболеваниям, возникающим как следствие недостатка меди в кормах. Исследования почв в районах распространения «солевой болезни» показали недостаточное содержание в них меди (в два раза ниже нормы).

Описаны районы распространения заболеваний овец в Англии и Австрии на почве недостатка меди (так называемая энзоотическая атаксия). По данным Денлопа смертность ягнят от этих заболеваний достигает часто 100%.

Нас интересует больше вопрос о том, как часто недостаток меди в кормах может оказывать вредное действие на животных в условиях СССР.

В предвоенные годы в условиях БССР часто наблюдались массовые

заболевания телят в хозяйствах, расположенных в болотных условиях. Изучением этого вопроса долгое время занимается кафедра терапии Витебского ветеринарного института. Насколько мы знакомы с этим вопросом, есть основания предполагать, что эти заболевания имеют непосредственную связь с содержанием меди в кормах, получаемых в этих хозяйствах.

Аналогичные заболевания описаны Берзень применительно к Латвийской ССР. Заболевания крупного рогатого скота и овец «сухоткой» Берзень рассматривает, как следствие недостатка кобальта и меди в почвах, а, следовательно, и в кормах «больных» районов. Об этих исследованиях мы уже говорили выше.

Однако было бы неправильно считать, что применение подкормок солями меди имеет смысл только тогда, когда встречаются заболевания сельскохозяйственных животных, подобные описанным выше. Заболевания с проявлением клиники развиваются только тогда, когда минеральная недостаточность бывает очень сильной. Бесспорно, что та же недостаточность, но в менее выраженной форме будет вредно влиять на здоровье и продуктивность животных.

Учитывая это мы провели ряд исследований по применению подкормок солями меди молодых растущих свиней.

#### СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Первый опыт с применением подкормок медью был проведен нами на подсосных поросятах в течение всего подсосного периода (два месяца) ранней весной 1948 года.

В племсвинсовхозе «Реконструктор» Витебской области опоросы в 1948 году начались очень рано—в феврале-марте месяцах. Холодная зима, затруднения в организации правильного кормления и ухода как за свиноматками, так и за поросятами послужили причиной появления среди массы подсосных поросят алиментарной анемии.

Имея в виду литературные указания о том, что соединения меди являются эффективным средством в борьбе и профилактике алиментарной анемии, мы решили провести исследования по этому вопросу. На опыт были взяты поросята из девяти пометов, родившиеся в промежуток времени между 2 и 26 февраля. После трехкратных взвешиваний в течение трех дней из поросят были составлены две группы таким образом, чтобы в одной и второй группе были поросята-аналоги по происхождению, полу и живому весу. Все поросята находились в одинаковых условиях кормления, ухода и содержания. Подкормка микроэлементами производилась так: поросята обеих групп получали раствор сернокислого железа из расчета 25 мг в день на голову. Кроме этого одна из групп получала дополнительно подкормку раствором сернокислой меди из расчета 1 мг на 1 кг живого веса поросенка. Таким образом, действие меди изучалось на фоне действия сернокислого железа. Техника подкормки микроэлементами, равно как и вся методика опыта была такой же, как и в опытах с кобальтом и марганцем (см. «Ученые записки» Витебского ветеринарного института т. XI). В каждой группе было по 13 поросят.

Опыт длился от опороса до отъема, т. е. два месяца. О результатах опыта мы судили по привесам поросят и по данным гематологических исследований.

Данные об изменении живого веса поросят контрольной и опытной групп представлены в таблице 1.

Таблица 1

Изменение живого веса поросят по декадам опыта (опыт на подсосных поросятах. Февраль—март 1948 г. Совхоз „Реконструктор“)

ВРЕМЯ ОПЫТА	ГРУППА	Контрольная. Живой вес одного поросенка в среднем кг	Получавшая медь. Живой вес одного поросенка в среднем кг
Начало опыта . . . . .		2,143	2,162
Конец 1 декады . . . . .		3,183	3,263
"  2  "  . . . . .		4,140	4,129
"  3  "  . . . . .		5,329	5,340
"  4  "  . . . . .		5,901	5,917
"  5  "  . . . . .		7,555	8,205
"  6  "  . . . . .		8,233	9,550
Привес за все время опыта в кг . . . . .		6,090	7,388
Привес в проц. к первоначальному весу		284	341
Привес в проц. к контрольной . . . . .		100	121

Анализируя таблицу 1 невольно обращаешь внимание на то, что первые четыре декады опыта сколько-нибудь серьезной разницы в привесах группы не дали. И только в течение последних двух декад группа, получавшая медь резко повысила привесы против группы контрольной. В итоге привес опытной группы (получавшей медь) оказался на 21% выше контрольной. Так как одновременно мы испытывали и другие микроэлементы (кобальт, марганец, цинк), следует указать, что медь по привесам дала почти такой же эффект как и кобальт.

Как указывалось выше, в литературе имеется много указаний на то, что соединения меди благотворно действуют на процессы кроветворения. Поэтому интересно посмотреть, каковы результаты гемоисследований у поросят этого опыта.

В таблице 2 представлены средние по группе данные гемоисследований, проведенные по методике, аналогичной в опытах с кобальтом и марганцем (см. «Ученые записки» Витебского ветеринарного института т. XI, 1952 г.).

Таблица 2

Данные по гемоисследованиям (опыт с сосунами 1948 г., совхоз „Реконструктор“)

НАИМЕНОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ	Средние данные по контрольной	Средние данные по группе, получавшей медь
1. Количество эритроцитов в начале опыта в млн на мм <sup>3</sup> . . . . .	3,41	3,34
2. То же в конце опыта . . . . .	5,73	5,97
3. Количество гемоглобина в показаниях гемометра Сали в начале опыта . . . . .	33,1	34
4. То же в конце опыта . . . . .	48,0	51,0
5. Количество кальция в сыворотке крови в конце опыта (в мг/проц.) . . . . .	13,71	18,3-

Из анализа таблицы 2 следует, что если у контрольной группы увеличение числа эритроцитов за время опыта составляет 2,32 млн., то в группах получавших медь соответственно 2,63.

Увеличение гемоглобина за время опыта соответственно для контрольной группы составляло 14,9%, а для группы получавшей медь—18,6%.

Отмечается и значительное увеличение кальция в сыворотке крови поросят, получавших медь по сравнению с контрольными. Иными словами говоря—есть все основания утверждать, что прибавка серноокислой меди

оказала благоприятное действие на величину привесов поросят и на процессы кроветворения. Если мы не наблюдали аналогичного действия меди на привесы в опыте 1935 года, то по всей вероятности потому, что исследование производилось на поросятах, не подверженных заболеваниям алиментарной анемией.

Что последнее соображение имеет под собой почву мы убедились проведя в том же 1948 году, но в более позднее время, еще один опыт в условиях, резко отличных от условий в совхозе «Реконструктор».

В период май—сентябрь 1948 г. в учебно-опытном совхозе Витебского ветеринарного института «Подберезье» был проведен опыт, аналогичный предыдущему, с той только разницей, что поросята как опытной, так и контрольной группы не получали подкормки соединениями железа. Условия выращивания были хорошие, потому что опоросы проходили в самое подходящее время года и кормовые условия для маток и поросят тоже были удовлетворительными. Методика, по которой проводился опыт, подробно описана в статье, помещенной в XI томе «Ученых записок» Витебского ветеринарного института в 1952 г., где речь идет об аналогичных опытах по применению подкормок кобальтом, поэтому здесь на описание методики мы останавливаться не будем. Скажем только, что в опыте были поросята белой крупной породы, по 13 голов в каждой группе; группы составлялись из поросят-аналогов по происхождению, полу и живому весу. Условия ухода, кормления и содержания для групп были созданы абсолютно равные. Контрольная группа не получала подкормки микроэлементами, а опытная получала сернокислую медь в количестве 1 мг на 1 кг живого веса. Дача подкормки микроэлементами осуществлялась, как и в предыдущих опытах, с поросятами-сосунами. Опыт длился два месяца и закончился с отъемом поросят. О результатах опыта мы судили по величине привесов и по изменениям состава крови.

Изменения живого веса в среднем на поросенка в этом опыте представлены в таблице 3.

Таблица 3

## Изменения живого веса поросят (опыт 1948 г. в „Подберезье“)

ГРУППЫ	Количество поросят в группе	Средний живой вес одного поросенка в кг						
		В начале опыта	В конце 1 декады	В конце 2 декады	В конце 3 декады	В конце 4 декады	В конце 5 декады	В конце 6 декады
Контрольная группа . . . . .	13	1,47	2,74	4,03	5,69	7,34	10,17	12,69
Получавшая медь . . . . .	13	1,50	2,93	4,20	5,95	8,00	10,79	14,00
Группа с медью дала больший привес в проц. от контрольной . . . . .	—	—	7%	4%	4,6%	9%	6%	10,3%

Привес в группе, получавшей подкормку сернокислой медью оказался на 10,3% выше, чем у контрольной группы. Если отнести вес в конце опыта в проц. к весу в начале опыта, то для контрольной группы получили 864%, а для группы, получавшей подкормку сернокислой медью, соответственно 933%.

Данные гемоисследований представлены в таблице 4 на стр. 22.

Как видно из таблицы 4, в этом опыте нельзя отметить какого-либо влияния соединений меди на процессы кроветворения. Картина крови по проведенным исследованиям в обеих группах одинакова и если есть изменения в течение опыта в содержании гемоглобина и эритроцитов, то их можно объяснить изменением возрастного характера и они одинаковы в обеих группах.

Таблица 4

Данные по гемоисследованиям (опыт с поросятами-сосунами, 1948 г. „Подберезье“)

НАИМЕНОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ	Средние данные по контрольной группе	Средние данные по группе, получавшей медь
1. Количество эритроцитов в начале опыта (в млн на мм <sup>3</sup> ) . . . . .	4,73	4,96
2. То же в конце опыта . . . . .	6,40	5,92
3. Количество гемоглобина в показаниях гемометра Сали в начале опыта . . . . .	56	57
4. То же в конце опыта . . . . .	64	66
5. Количество кальция в сыворотке крови в конце опыта в мг проц. . . . .	20,1	20,7

Чем же можно объяснить, что в опыте, проведенном в совхозе «Реконструктор», было отмечено положительное влияние меди на процессы кроветворения, а в опыте, проведенном в «Подберезье» этого влияния не отмечено? По нашему мнению, объясняется это двумя причинами. Во-первых, тем, что в последнем опыте мы не наблюдали признаков алиментарной анемии. Об этом говорят и такие объективные показатели, как количество гемоглобина и эритроцитов в начале опыта. Если в начале опыта у поросят из опыта в совхозе «Реконструктор» количество гемоглобина было около 33, то в опыте учхоза «Подберезье» эта цифра была 56—57. Соответственно и количество эритроцитов было 3,4 мл и 4,7—4,9 мл. Во-вторых, в опыте в совхозе «Реконструктор» соединения меди действовали в присутствии соединений железа, чего не было в опыте учхоза «Подберезье». Это вполне согласуется с литературными данными о том, что медь оказывает положительное действие на процессы кроветворения не сама по себе, а как фактор, способствующий превращению железа из неорганических форм в формы органически связанные.

Весной 1949 г. (март—май месяцы) мы решили повторить опыт в учхозе «Подберезье» с поросятами-сосунами. Из весенних опоросов были отобраны поросята от шести маток. Поросята были разбиты на две группы (опытную и контрольную) таким образом, чтобы поросенку в контрольной группе соответствовал поросенок в опытной группе по происхождению, живому весу и полу. Опыт начался с рождения поросят и закончился с отъемом, т. е. длился два месяца.

Методика проведения опыта была аналогичная предыдущему опыту. Из подкормок микроэлементами опытная группа получала сернокислую медь 1 мг на 1 кг живого веса, а контрольная микроэлементов не получала. О результатах опыта мы судили по тем же показателям, что и в предыдущем опыте.

Данные изменения живого веса поросят в среднем по группам представлены в таблице 5.

Таблица 5

Изменения живого веса поросят в среднем по группам (опыт с сосунами. „Подберезье“, 1949 г.)

ГРУППЫ	Количество поросят в группе	Средний живой вес одного поросенка в кг						
		В начале опыта	В конце 1 декады	В конце 2 декады	В конце 3 декады	В конце 4 декады	В конце 5 декады	В конце 6 декады
Контрольная . . . . .	12	1,527	2,278	2,775	3,498	4,445	5,500	7,00
Получавшая медь (опыт) . . . . .	12	1,510	2,350	3,047	4,075	5,130	6,285	8,104
Группа получавшая медь дала привес больше в проц. от контрольной . . . . .	—	—	—	10%	16%	15%	14%	16%



Живой вес в конце опыта по отношению к живому весу в начале опыта составил для контрольной группы 177% и для опытной—190%.

Анализ таблицы изменений живого веса говорит о том, что применение подкормки сернокислой медью вызвало увеличение привеса у поросят-отъемышей на 15%.

Данные гемоисследований представлены в таблице 8.

Таблица 8

## Данные гемоисследований (опыт 1948 г.)

НАИМЕНОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ	Средние данные по контрольной группе	Средние данные по группе, получавшей медь
1. Количество эритроцитов в начале опыта (в млн в мм <sup>3</sup> )	4,1	3,6
2. То же в конце опыта	5,6	6,2
3. Количество гемоглобина в показателях гемометра		
Сали в начале опыта	60	60
4. То же в конце опыта	61	60
5. Количество кальция в сыворотке крови в начале опыта (в мг проц.)	19,4	20,7
6. То же в конце опыта	25,6	23,9

Анализ таблицы 8 показывает, что и в этом случае сколько-нибудь серьезной разницы в картине крови между группами отметить не удастся. Несколько в большей степени произошло увеличение эритроцитов в опытной группе по сравнению с контрольной. Количество же кальция в сыворотке крови возросло в контрольной группе относительно больше, чем в опытной.

Расход кормов за время опыта по группам представлен в таблице 9.

Таблица 9

## Расход кормов по группам на одного поросенка за время опыта (опыт с отъемышами, 1948 г.)

НАИМЕНОВАНИЕ КОРМОВ	Съедено кг за опыт на одного поросенка	
	Контрольной группой	Группой, получавшей медь
1. Картофель вареный	92,5	92,5
2. Морковь красная	60,6	60,6
3. Ячменная мука	26,6	26,6
4. Ржаные отходы	2,7	2,7
5. Пареное зерно (овес + ячмень)	1,7	1,7
6. Жмых соевый	6,5	6,5
7. Рыбная мука	0,3	0,3
8. Снятое молоко	12,4	12,4
9. Зерновая смесь (ячмень + овес)	9,2	9,5
10. Кормовых единиц	95,2	95,2
11. Переваримого белка	7,14	7,14
На 1 кг привеса израсходовано кормовых единиц	9,5	8,3

По аналогии исследований с кобальтом и марганцем нами было изучено действие сернокислой меди на переваримость основных питательных веществ рациона, на обмен кальция, фосфора, азота и на углеводный обмен.

Методика обменных опытов по изучению действия сернокислой меди была аналогична опытам с кобальтом и марганцем, как она описана в «Ученых записках» Витебского ветеринарного института г. XI, 1952 г. Соотношение кормов в основном рационе было тоже аналогичное. Раз-

ница заключалась в том, что в опыте участвовало только два животных. Сернистой медью давали 1 мг на 1 кг живого веса. Сколько-нибудь заметного влияния на величину коэффициентов переваримости, как это видно из приводимых цифр, прибавка сернистой меди не оказала.

№№ опытных поросят	Коэффициенты переваримости							
	Сырого протеина		Сырой клетчатки		Сырого жира		Безазотистых экстрактивных веществ	
	В опыте без прибавки меди	В опыте с прибавкой меди	В опыте без прибавки меди	В опыте с прибавкой меди	В опыте без прибавки меди	В опыте с прибавкой меди	В опыте без прибавки меди	В опыте с прибавкой меди
1	78,0	81,9	0	14,2	52,3	53,2	87,5	87,5
2	81,3	85,9	18,2	20,7	49,4	65,0	87,2	86,3

Действие подкормок сернистой медью на азотистый обмен у растущих поросят представлено следующими данными:

№№ опытных поросят	Получено гр N в опыте без прибавки меди	Выделено гр N в кале и моче в опыте без прибавки меди	Получено гр N в опыте с прибавкой меди	Выделено гр N в кале и моче в опыте с прибавкой меди
1	212	115,6	209	152
2	196,3	72,7	195	82

Эти данные говорят о том, что заметного и определенного влияния подкормка сернистой медью на азотистый обмен не имела.

Действие подкормки сернистой медью на обмен кальция и фосфора у растущих свиней было не так резко выражено, как например, действие кобальта. Однако некоторое положительное действие меди как на мобилизацию кальция, так и на мобилизацию фосфора организмом растущих свиней отметить следует. Повторяем, что это действие не так резко выражено, как у кобальта, что можно видеть из следующих данных:

№№ опытных поросят	Баланс СаО				Баланс P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			
	В опыте без меди		В опыте с медью		В опыте без меди		В опыте с медью	
	Получено гр СаО в рационе	Выделено гр СаО в кале и моче	Получено гр СаО в рационе	Выделено гр СаО в кале и моче	Получено гр P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в рационе	Выделено гр P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в кале и моче	Получено гр P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в рационе	Выделено гр P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в кале и моче
1	9,8	62,8	9,7	49,2	31,9	48,7	32,6	43,4
2	9,1	47,2	9,1	39,4	29,7	40,7	30,4	34,6

Если прибавки сернистого марганца вызвали резкое увеличение количества сахара в крови растущих свиней, то дача сернистой меди действовала обратным образом, как это можно видеть из следующих цифровых данных:

№№ опытных поросят	Содержание сахара в крови в мг проц	
	В опыте без прибавки меди	В опыте с прибавкой меди
1	66	50
2	63	43

Изучая роль подкормок сернистой медью растущих свиней, нас интересовали не только вопросы о том, какое влияние окажет медь на обмен отдельных пищевых ингредиентов, но и вопрос обмена меди в организме растущих свиней.

Как будет видно дальше из цифрового материала, потребности растущих свиней в меди довольно значительны. В обменных опытах, проведенных с подкормкой медью мы, в частности, установили такой интересный момент: выделение меди из организма с непереваренными остатками

ми пищи и мочей не увеличились от того, что нами добавлялась к рациону подкормка сернокислой медью, чем увеличивалась приходная часть баланса меди почти вдвое. Когда свиньи в рационе получали около 40—45 мг меди в течение пяти дней, выделения меди составляли от 2 до 5 мг. Когда же количество получаемой меди было увеличено благодаря введению подкормки сернокислой медью до 90—95 мг в тот же промежуток времени, выделения были равны 4—4,5 мг. Таким образом, почти вся медь, введенная в организм с подкормкой в виде сернокислой меди была использована. Анализируя цифры дальше можно сделать заключение о том, что суточная потребность в меди у растущих свиней определяется не меньше, чем 0,5 мг чистой меди на 1 кг живого веса—цифра сравнительно большая.

По сравнению с кобальтом медь содержится в кормах в больших количествах. Так, например, в золе овсяной муки содержится 0,0068%; в золе ячменной муки—0,0155%; в золе льняного жмыха—0,0165% и в золе картофеля—0,016—0,017% (данные анализов шести образцов). Меньше меди содержится в овсяной муке и сравнительно много в картофеле.

Обычные рационы, применяемые для кормления свиней, в том числе и растущих, как состоящие чаще всего из картофеля и зерновых кормов всегда будут недостаточны по содержанию меди.

Из организма медь выводится в значительной своей массе с калом (около 75—90%) и в моче содержится сравнительно немного. Увеличение меди в рационе за счет введения подкормки сернокислой медью вызывает увеличение меди, выводимой с мочей и не меняет сколько-нибудь значительно относительное выведение меди с каловыми массами.

Цифровые данные, характеризующие вышесказанное, и баланс меди в организме растущих свиней выглядят на основании обменных опытов следующим образом:

	Поросенок № 1		Поросенок № 2	
	В опыте без добавки сернокислой меди	В опыте с добавкой сернокислой меди	В опыте без добавки сернокислой меди	В опыте с добавкой сернокислой меди
1. Получено мг меди в кормах за учетный период опыта . . . . .	43,44	43,23	40,54	40,35
2. Получено мг меди с подкормкой . . . . .	—	50,00	—	50,00
3. Выделено мг меди в кале . . . . .	4,84	2,61	1,17	3,01
4. Выделено мг меди в моче . . . . .	0,06	1,46	0,38	1,31
5. Исползовано мг меди организмом . . . . .	38,64	89,16	38,99	86,03
6. Исползовано меди в проц. от полученной с пищей . . . . .	89,0	95,6	96,2	95,2

Определение меди в кормах и выделениях мы производили по методу Биацио. Сущность метода заключается в том, что при действии на медь пиридина и соли роданисто-водородной кислоты образуется комплексная соль  $[\text{Cu}(\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_2)](\text{CNS})_2$ , которая хорошо растворяется в хлороформе и дает в нем зеленое окрашивание.

Для анализа берется вещество в количестве 5—20 гр (в зависимости от степени его влажности), обугливается на слабом пламени спиртовки, а потом озоляется до постоянного веса в муфельной печи. После того, как будет удалена общепринятым методом кремнекислота, фильтрат выпаривают на водяной бане досуха. Оставшийся на фильтре осадок растворяется 0,3 мл 2N соляной кислоты и переносится в колориметрическую посуду, емкостью 25—30 мл. Водой разбавляется до 10 мл, а потом туда же добавляют: 1—2 капли фенолфталеина, 2N едкого натра

до розового окрашивания, 1 мл ледяной уксусной кислоты (ледяную уксусную кислоту можно заменить прибавлением 30% до исчезновения розовой окраски), 1 мл 10% роданистого аммония, 10 капель пиридина, 5 мл хлороформа и все содержимое сильно встряхивается. В зависимости от содержания меди в навеске, цвет жидкости может быть от желтого до зеленого. После того как слой с хлороформом отстаивается на дне цилиндра, производится сравнение окраски со стандартами.

Стандартные растворы меди приготавливаются из дважды перекристаллизованной сернистой меди в количестве 0,3928 гр на 1 литр воды. 1 мл такого раствора содержит 0,1 мг меди. Стандарты устойчивы и могут служить долгое время.

Перед колориметрированием определенное количество стандартного раствора подготавливается также, как и навеска исследуемого вещества.

Из элементов, мешающих определению меди, является железо. В случае, если железо находится в веществе в количестве 40 мг и больше на 0,1 мг меди, последнее можно, по совету Уздиной, отделять сероводородом или перед нейтрализацией испытуемого раствора добавить 1 мл 1% раствора виннокаменной кислоты и дать раствору постоять некоторое время (рекомендация Шостакова).

Опыты Капанидзе (личное сообщение) по исследованию растительного сырья на содержание меди и железа показали, что в растительном веществе, как правило, железа содержится относительно меди значительно меньше вышеуказанных количеств и что оно не влияет на точность определения меди. Последним указанием и руководствовались мы при проведении анализов кормов и выделений на содержание меди.

#### ВЫВОДЫ

1. Применение сернистой меди для подкормки поросят-сосунов и отъемышей в дозе 1 мг на 1 кг живого веса сопровождалось увеличением привеса на 10—20% и повышением оплаты корма на 14% по сравнению с поросятами, не получавшими подкормки. Наибольший эффект медь оказала в опыте с подсосными поросятами, где были предпосылки для развития алиментарной анемии и где медь действовала вместе с сернистым железом.

2. В условиях нормального выращивания подсосных поросят подкормка их сернистой медью не вызывала каких-либо изменений в количестве гемоглобина, эритроцитов и кальция в сыворотке крови. В условиях выращивания поросят, создающих предпосылки для развития алиментарной анемии, медь способствует увеличению гемоглобина в крови и кальция в сыворотке крови.

3. Не оказывает влияния подкормка сернистой медью и на коэффициенты переваримости отдельных питательных веществ рациона растущими свиньями, равно как и на обмен азота в организме растущих свиней.

4. Подкормка сернистой медью положительно действовала на обмен фосфора и кальция, обуславливая большую мобилизацию последних организмом.

5. Введение меди в качестве подкормки растущим свиньям сопровождалось уменьшением количества сахара в крови.

6. Суточная потребность растущих свиней в меди определяется нами цифрой 0,5 мг на 1 кг живого веса.