

*Из кафедры биохимии*  
*Зав. профессор Ф. Я. БЕРЕНШТЕЙН*  
*и кафедры кормления (зав. доцент В. Ф. ЛЕМЕШ*

## **О ВЛИЯНИИ НЕКОТОРЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА ВЫДЕЛЕНИЕ БИСУЛЬФИТСВЯЗЫВАЮЩИХ ВЕЩЕСТВ И АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ ИЗ ОРГАНИЗМА СВИНЕЙ**

ПРОФ. Ф. Я. БЕРЕНШТЕЙН, ДОЦ. В. Ф. ЛЕМЕШ

Проблема микроэлементов за последние годы приобретает все большее значение для теоретической и практической ветеринарии.

В настоящее время можно считать установленным, что недостаток или избыток в кормах сельскохозяйственных животных некоторых микроэлементов может явиться причиной тяжелых патологических процессов в их организме.

Так, у крупного рогатого скота описано заболевание „лизуха“, а у ягнят „энзоотическая атаксия“, являющаяся следствием недостатка в кормах меди; козы и свиньи также страдают от недостатка меди; лошади же являются, повидимому, более устойчивыми к недостатку вышеуказанного микроэлемента, о чем свидетельствует факт, что лошади чувствуют себя вполне удовлетворительно в тех местностях, где коровы и овцы заболевают от недостатка меди.

В литературе встречаются также указания на наличие заболеваний, связанных с недостатком кобальта в кормах. Указанные заболевания описаны иностранными авторами под названием „энзоотический маразм“ (Стойльс) и советскими исследователями под названием „сухотки“ (Пейве, Берзинь) и болотной болезни (Каарде, 1950). Этими заболеваниями болеют, главным образом, крупный рогатый скот, козы и овцы. У цыплят известно патологическое явление „перозис“, вызываемое недостатком марганца в кормах. Известны также некоторые болезни животных, вызванные избытком в кормах селена, молибдена и свинца.

Из вышеизложенного видно, что большой интерес представляет изучение проблемы о влиянии микроэлементов на обмен веществ в организме животных—проблема над которой уже ряд лет работает наша лаборатория, и в частности изучение вопроса о влиянии микроэлементов на обмен витаминов.

По вопросу о связи микроэлементов с витаминами, в литературе имеется пока небольшой фактический материал.

Так, согласно Леонтьеву (1946) марганец является микроэлементом, необходимым для синтеза аскорбиновой кислоты растительными и животными организмами.

Троцкий (1933) утверждает, что введение В—авитаминозным голубам марганца, предохраняет их от потери веса и увеличивало продолжительность жизни экспериментальных птиц.

К аналогичным выводам пришел также Хамамото. Последний автор также отмечает, что органы В—авитаминозных животных содержат меньше марганца, чем органы нормальных животных.

Как утверждают Итон и Спейчер (1937), иодистый марганец оказывает положительное действие на крыс, страдающих А—авитаминозом.

Согласно Школьнику (1950), подкожные введения кроликам и собакам хлористого марганца в дозах, соответствующих 0,5—5,0 мг Мп на кг живого веса животного, влечет за собой увеличение аскорбиновой кислоты в крови.

Определенную роль в обмене витаминов, в частности, витамина В<sub>1</sub>, играет цинк. Об этом свидетельствуют материалы, приведенные в статье Беренштейна (1949). Такого же мнения придерживается и Крепс (1950), который пишет следующее: „Цинк играет важную роль в деятельности эндокринной системы, в ферментных процессах, связан с функцией витаминов“.

Большую роль в обмене витаминов в организме животных принадлежит кобальту.

Как утверждают многие авторы (Рикес и сотр., 1948; Смит и сотр. 1948; Гофф, 1949; Ковальский, 1950 и др.), витамин В<sub>12</sub>, играющий большую роль в кроветворении, является кристаллическим веществом, содержащим около 4 проц. кобальта.

Некоторые авторы (Мак Канс и Видавсон, 1944; Томас, 1947 и др.) утверждают, что кобальт способствует синтезу витамина В<sub>1</sub> микрофлорой, находящейся в рубце жвачных животных.

Как показали исследования Берзинь (1950), введение крупному рогатому скоту хлористого кобальта влечет за собой увеличение содержания в печени витаминов А, С и Е. Автор также утверждает, что кобальт увеличивает содержание аскорбиновой кислоты в печени, селезенке и крови цыплят.

Медь также имеет определенное отношение к витаминам.

Так установлено существование параллелизма между содержанием меди в пищевых продуктах и наличием в них витамина В; аналогичное явление наблюдается и в отношении тканей животного организма (Беренштейн, 1947).

Говоря о взаимоотношении витаминов с медью, нельзя упускать из виду и то, что медь является катализатором, способствующим окислению аскорбиновой кислоты. В связи с этим приобретают определенный интерес исследования Де Каро (1939), установившего, что при кормлении свинок скорбутогенной диетой продолжительность жизни у экспериментальных животных уменьшается при добавлении к корму солей меди.

Итак, приведенные литературные данные свидетельствуют о том, что некоторые микроэлементы оказывают определенное влияние на обмен витаминов в животном организме. Однако, указанные исследования являются крайне малочисленными и почти не содержат материалов о влиянии микроэлементов на обмен витаминов у сельскохозяйственных животных.

Изучение же вопроса о воздействии микроэлементов на витаминный обмен у сельскохозяйственных животных имеет большое теоретическое и практическое значение. Эти соображения легли в основу выполнения нижеприведенных исследований о влиянии солей кобальта, марганца, цинка и меди на обмен витаминов В<sub>1</sub> и С в организме свиней.

Для суждения о содержании витамина В<sub>1</sub> в организме, мы воспользовались определением в моче пировиноградной кислоты (бисульфит-связывающих веществ). Известно, что витамин В<sub>1</sub> (аневрин) входит в состав активной группы фермента, расщепляющего пировиноградную

кислоту, и недостаток этого витамина влечет за собой увеличение пириновинной кислоты в организме.

Исходя из указанных соображений, ряд исследователей (Кауланский, 1944; Кетиладзе, 1948; Борсук, 1946; Перельман, 1947 и мн. др.) рекомендуют определение пириновинной кислоты в моче в качестве показателя насыщенности организма витамином В<sub>1</sub>. Определение количества пириновинной кислоты проводилось по бисульфитному методу.

Для выяснения вопроса о характере влияния микроэлементов на обмен витамина С в организме, мы воспользовались исследованием мочи на содержание в ней аскорбиновой кислоты. Указанное исследование было предпринято нами в связи с тем, что многие авторы считают одним из показателей баланса аскорбиновой кислоты в организме выделение последней с мочей.

Так, Девятин (1948) пишет: „Количество выделяемого с мочей витамина (автор имеет в виду витамин С) является довольно верным критерием состояния витаминного хозяйства организма“.

Аскорбиновая кислота в моче определялась путем титрования 2,6 дихлорфенолиндофенолом. Опыт был проведен по общепринятой зоотехнической методике на трех свинках в возрасте 5 месяцев, с живым весом 38—42 кг, белой крупной породы, принадлежащих учхозу „Подберезье“. Свинки взяты из группы ремонтного молодняка, воспитанные во вполне нормальных условиях. Опытные животные были помещены в деревянные клетки, обеспечивающие сбор твердых и жидких выделений без потерь.

Опыт проводился по следующей схеме:

№№ опытов период и его продолжит.	1	2	3	4	5	6
Подготовит. 10 дней для первого и по 2 дня для остальных опытов	Основн. рацион	Основн. рацион + серно-кислый кобальт	Основн. рацион + серно-кислый марган.	Основн. рацион + серно-кислый цинк	Основн. рацион + серно-кислая медь	Основн. рацион
Учетный 5 дней	Основн. рацион	Тоже, что и подгот. период	Тоже, что и подгот. период	Тоже, что и подгот. период	Тоже, что и подгот. период	Тоже, что и подгот. период

В состав основного рациона входили следующие корма: вареный картофель, овсяная мука, ячменная мука и мука льняного жмыха. Соотношение кормов в рационе оставалось неизменным для каждого опыта, хотя абсолютное их количество и изменялось в соответствии с изменением живого веса поросят. Давались корма по нормам ВИЖ'а для племенного молодняка.

Подкормка серно-кислыми солями микроэлементов производилась путем дачи их вместе с кормами раз в сутки.

Количества подкормок были равны: серно-кислый кобальт 0,5 мг на кг живого веса; марганец, цинк и медь—1 мг на кг живого веса. Корма задавались три раза в день в одно и то же время. Перед началом эксперимента корма заранее развешивались в бумажные мешочки в количестве, равном одной даче.

Сбор мочи производился дежурным, дежурившим круглосуточно в течение всего учетного периода каждого опыта. Сбор мочи производился в бутылку, куда наливался раствор (10 проц.) соляной кислоты с тем, чтобы предупредить разрушение аскорбиновой кислоты.

Раз в сутки производился учет мочи по объему в строго установ-

ленное время (9 ч. утра—перед утренней кормежкой) и определялся ее удельный вес.

Определение пировиноградной кислоты и витамина С производилось ежедневно в течение всего учетного периода в моче каждой свиньи.

Средние данные наших опытов (с указанием пределов колебаний) для каждого учетного периода мы представляем в таблицах 1—2.

**Таблица 1.** Влияние микроэлементов на содержание пировиноградной кислоты (бисульфат—связывающих веществ) в моче свиней

№№ опытов	№№ свиней	Количество пировиноградной кислоты						Примечание
		в мг проц.			в суточном кол-ве мочи			
		Минимум	Максимум	Среднее	Минимум	Максимум	Среднее	
1	1	9,4	11,4	10,5	216	337	248	Свиньи получали основной рацион
	2	18,7	25,6	23,0	205	334	263	
	3	19,0	28,1	22,7	171	302	220	
2	1	4,8	5,5	5,3	145	175	157	Свиньи получали основной рацион + сернокислый кобальт
	2	7,5	14,3	10,5	138	186	162	
	3	12,2	19,3	14,7	147	203	178	
3	1	3,75	8,75	6,5	125	188	161	Свиньи получали основной рацион + сернокислый марганец
	2	9,7	12,5	11,4	172	194	159	
	3	9,7	12,8	11,4	125	165	155	
4	1	5,0	6,2	5,7	160	203	181	Свиньи получали основной рацион + сернокислый цинк
	2	7,2	9,0	8,1	158	230	183	
	3	12,2	17,5	14,3	110	229	161	
5	1	13,8	25,4	17,6	290	447	363	Свиньи получали основной рацион + сернокислую медь
	2	15,9	27,3	23,7	374	488	425	
6	1	11,0	19,2	14,5	168	356	258	Свиньи получали основной рацион
	2	11,9	22,1	16,7	163	305	245	

**Таблица 2.** Влияние микроэлементов на выделение аскорбиновой кислоты с мочой свиней.

№№ опытов	№№ свиней	Количество аскорбиновой кислоты						Примечание
		в мг проц.			в суточн. кол-ве мочи			
		Минимум	Максимум	Среднее	Минимум	Максимум	Среднее	
1	1	1,18	1,50	1,35	28,1	35,0	31,7	Свиньи получали основной рацион
	2	1,38	2,41	1,78	16,4	28,8	20,0	
	3	1,38	3,25	2,21	18,1	26,0	21,0	
2	1	0,52	0,74	0,59	13,6	23,1	17,8	Свиньи получали основной рацион + сернокислый кобальт
	2	0,48	0,66	0,58	7,8	11,2	9,3	
	3	0,65	1,30	1,03	10,8	13,6	11,9	
3	1	0,41	0,75	0,58	12,9	16,0	14,6	Свиньи получали основной рацион + сернокислый марганец
	2	0,52	0,69	0,60	9,7	10,7	10,2	
	3	0,75	0,86	0,81	9,6	12,4	11,1	

## Продолжение таблицы 2.

№ № опытов	№ № свиней	Количество аскорбиновой кислоты						Примечание
		в мг проц.			в суточн. кол-ве мочи			
		Минимум	Максимум	Среднее	Минимум	Максимум	Среднее	
4	1	0,60	0,72	0,67	15,1	25,8	22,1	Свиньи получали основной рацион + серноокислый цинк
	2	0,53	0,78	0,66	11,1	19,9	15,2	
	3	0,68	1,76	1,10	5,3	17,6	12,6	
5	1	0,86	1,21	1,02	10,7	25,2	21,4	Свиньи получали основной рацион + серноокислая медь
	2	0,93	1,26	1,09	17,5	22,1	19,7	
6	1	0,63	1,51	1,20	17,6	26,2	20,2	Свиньи получали основной рацион
	2	1,23	1,35	1,30	16,1	21,1	18,6	

Приведенные в таблицах 1 и 2 материалы позволяют сделать следующие заключения:

1. У свиней с мочей в течение суток выделялось при кормлении их основным рационом бисульфитсвязывающих веществ в среднем в количестве, соответствующем 220—263 *мг* пировиноградной кислоты.

2. При добавлении к основному рациону солей кобальта, марганца и цинка у экспериментальных животных наблюдалось уменьшенное выделение с мочей бисульфитсвязывающих веществ, причем наибольший эффект оказали соли кобальта и марганца. На основании этого можно утверждать о положительном влиянии указанных микроэлементов на содержание тиамин (витамина *B<sub>1</sub>*) в организме свиней.

3. Добавление к основному рациону свиней сульфата меди значительно увеличивает выделение с мочей бисульфитсвязывающих веществ, что свидетельствует об уменьшении в организме экспериментальных животных тиамин.

4. Выделение аскорбиновой кислоты с мочей свиней значительно уменьшается в периоды, когда свиньям к основному рациону добавляю соли кобальта.

Эти данные, по нашему мнению, вполне соответствуют результатам исследования Берзинь (1950), установившего положительное действие кобальта на содержание аскорбиновой кислоты в органах крупного рогатого скота и птиц и свидетельствуют о благоприятном действии кобальта на обмен витамина *C* в организме свиней.

5. Выделение аскорбиновой кислоты с мочей бывает значительно пониженным также в период добавления к основному рациону сульфата марганца. Учитывая результаты исследований Школьника (1950), что введение солей марганца кроликам и собакам увеличивает содержание аскорбиновой кислоты в крови, можно считать, что и марганец оказывает положительное влияние на обмен аскорбиновой кислоты в животном организме.

6. Выделение аскорбиновой кислоты с мочей во время, когда свиньи получали в качестве добавки к основному рациону серноокислые соли цинка и меди, увеличивается по сравнению с предыдущими периодами, но бывает ниже, чем в начале опыта, когда свиньи находились только на основном рационе. Такие результаты заставляют нас пока отказаться от определенных заключений по вопросу о влиянии цинка и меди на обмен аскорбиновой кислоты в организме свиньи.

Суммируя материал, приведенный в данной статье, мы позволим себе сделать следующие выводы:

1. Введение в организм свиней сернокислого кобальта в дозе 0,5 мг на кгр живого веса pro die и сернокислых солей марганца и цинка ежедневно в количестве 1,0 мг на кгр живого веса увеличивает содержание витамина  $B_1$  в организме свиней; при добавлении же сернокислой меди (1 мг pro kilo ежедневно) к основному рациону, наблюдается уменьшение тиамин в организме.

2. Соли кобальта и марганца в вышеуказанных дозах оказывают благоприятное влияние на обмен аскорбиновой кислоты в организме свиней. Что касается вопроса о влиянии цинка и меди на обмен аскорбиновой кислоты, то пока от определенных выводов в данном направлении мы воздерживаемся.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Берзинь. Значение солей кобальта и меди в кормлении сельскохозяйственных животных. Автореферат диссертации. Рига, 1950 г.
2. Беренштейн. Природа № 6, 1947 г.
3. Беренштейн. Успехи современной биологии, т. 25, № 2, 1948; т. 27, № 3, 1949 г.
4. Борсук А. М. Н. СССР. Рефераты н.—н. работ за 1946 г. в. 1 Москва, 1947 г.
5. Девятин. Витамины. Москва 1948 г., стр. 188.
6. Каарде. Рефераты докладов на конференции по микроэлементам, стр. 166. 1950г.
7. Капланский. Достижения отечественной медицины в годы Отечественной войны, сб. II. Экспериментальная медицина, стр. 127, 1944 г.
8. Капланский, Капланская и Свердловва. Невропатология и психиатрия, т. 16, № 3, стр. 30, 1947 г.
9. Кетиладзе. Витамин В при тифозном состоянии. Кандидатская диссертация, Москва, 1948 г.
10. Ковальский. Рефераты докладов на конференции по микроэлементам, стр. 159, 1950 г.
11. Крепс. Там же, стр. 176.
12. Леонтьев. Природа № 9, 1946 г.
13. Пейве и Айзунисте. Известия Академии Наук Латвийской ССР, № 5, стр. 19, 1949 г.
14. Перельман. Нарушение обмена витамина С и В у бруцеллезных больных. Канд. диссертация, Ашхабад, 1947 г.
15. Стайльс. Микроэлементы в жизни растений и животных, Москва. 1949 г.
16. Троцкий. Сборник труд. Госуд. Инст. для усовершенствов. врачей им. Ленина т. 3, стр. 28, 1933 г.
17. Школьник. О влиянии солей меди и марганца на содержание аскорбиновой кислоты в крови нормальных и наркотизированных животных. Рукопись.
18. Де Каро. Реферативный журнал общей физиологии и экспериментальной фармакологии, т. 116, стр. 41, 1939 г. (на немецком языке).
19. Гофф. Госпитальная газета (на французском яз.) № 15, стр. 182, 1949 г.
20. Мак Канс и Видавсон. Биохимические анналы (на англ. языке), т. 8. стр. 557, 1944 г.
21. Рикес и сотр. Журнал „Наука“ (на англ. языке), т. 107, стр. 396, 1948 г.
22. Смит. Журнал „Природа“ (на англ. языке), т. 162, № 4108, стр. 144, 1948 г.
23. Томсон и Эллис. Журнал „Вопросы питания“ (на англ. яз.), т. 34. № 1, стр. 121, 1947 г.