Доклады Академии наук СССР
1955. Том 100, № 6

БИОХИМИЯ

В. В. КОВАЛЬСКИЙ и Ю. И. РАЕЦКАЯ

СИНТЕЗ ВИТАМИНА B_{12} В ОРГАНИЗМЕ ОВЕЦ ПОД ВЛИЯНИЕМ КОБАЛЬТА И КАЛЬЦИЯ В БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ, БЕДНОЙ КОБАЛЬТОМ

(Представлено академиком А. П. Виноградовым 22 X 1954)

В обширной нечерноземной зоне Европейской части СССР, где преобладают опесчаненные дерново-подзолистые и заболоченные почвы, как показали наши исследования (1945—1954), среди сельскохозяйственных животных распространены энзоотические заболевания — акобальтозы, вызываемые недостатком в кормах кобальта. В различных зонах СССР акобальтозы были описаны под именем энзоотических анемий, сухотки, лизух и прочих болезней. В результате ослабления организма при кобальтовой недостаточности у животных, особенно у молодняка, развиваются часто вторичные заболевания, причиняющие животноводству значительный ущерб. Наиболее чувствительны к недостатку кобальта овцы.

Установлено ([1,2]), что характерные симптомы кобальтовой недостаточности у овец могут быть устранены применением подкормок минеральными солями кобальта. При содержании овец на рационах, полноценных по общей питательности, но содержащих недостаточное количество кобальта, нельзя добиться ликвидации акобальтозов и вторичных легочных заболеваний.

Под влиянием обогащения корма солями кобальта у овец увеличивается в крови число эритроцитов и содержание гемоглобина, усиливается синтез мышечных белков, что приводит к увеличению привесов животных, повышается устойчивость к бронхопневмониям, увеличивается вес ягнят при рождении и пр.

В настоящее время известно, что важным фактором кроветворения служит витамин B_{12}, содержащий 4,5% кобальта, участвующий во многих биохимических превращениях в животном организме. Предполагают, что единственным первичным источником витамина B_{12} в природе является синтез его микроорганизмами.

Кобальт необходим не только непосредственно животному организму, но, частично, и микроорганизмам рубца и кишечника, которые лишь при наличии кобальта могут выполнять свою биологическую роль и синтезировать витамин B_{12}, обогащая им животный организм.

В связи с этим возникли важные теоретические и практические вопросы о возможности ослабления синтеза витамина B_{12} микроорганизмами рубца и кишечника в биогеохимических провинциях, бедных кобальтом, и усиления его под влиянием подкормок животных минеральными солями кобальта.

Об ослаблении или усилении синтеза витамина B_{12} представлялось возможным судить по степени депонирования этого витамина печенью животных. Эти вопросы были изучены нами на овцах романовской породы в хозяйственных и лабораторных условиях. Определение витамина

B_{12} проводилось макрометодом ([3]), основанным на адсорбции витамина активированным древесным углем из водного экстракта органа или ткани и последующем элюировании 65% этиловым спиртом. Элюат подвергается многократно очистке, в результате чего в водном растворе остается витамин B_{12}, окрашивающий раствор в розовый цвет. Интенсивность окраски пропорциональна содержанию витамина. Для количественного определения содержания витамина B_{12} в испытуемых растворах интенсивность окраски этих растворов измеряется при помощи спектрофотометра при длине волны 548 мμ.

Наблюдения проводились в колхозе «Луч коммунизма», в Петровском районе Ярославской обл., лежащей в пределах биогеохимической провинции, бедной кобальтом.

Содержание витамина B_{12} было определено в печени 11 овец, из которых две были клинически здоровыми, у шести наблюдались признаки тяжелого акобальтоза, у трех — слабо выраженного. Результаты исследований приведены в табл. 1. Содержание витамина B_{12} было довольно высоким в печени здоровых овец, более низким в печени овец, у которых акобальтоз был выражен в слабой степени (вероятно, еще не развившиеся гиповитаминозы B_{12}), и достигало только следов при тяжелых акобальтозах (авитаминозы B_{12}).

Таблица 1

Содержание витамина B_{12} и кобальта в печени овец здоровых и страдающих акобальтозами

	Клинически здоровых		При слабо выраженных акобальтозах			При тяжелых акобальтозах					
	№№ овец										
	173	9	4	5	6	1	8	3	7	326	2
Содержание витамина B_{12} в γ %	18,6	21,7	17,5	17,2	16,0	сл.	сл.	сл.	сл.	сл.	сл.
Содержание кобальта в γ %	—	—	5,33	4,0	5,6	4,62	—	4,4	—	6,4	4,2

Вопрос о влиянии солей кобальта или минеральных подкормок, содержащих кобальт, на синтез витамина B_{12} и депонирование его печенью приобретает практическое значение, так как его решение позволяет установить, в какой мере в животноводстве витамин B_{12} может быть заменен минеральным кобальтом.

В колхозе «Луч коммунизма» были выделены овцы с признаками акобальтозов, которые с 22 II по 17 III получали подкормку, содержавшую минеральный кобальт или смесь микроэлементов, как показано в табл. 2. Применение комбинированных подкормок вызывалось тем, что почвы и корма Петровского района Ярославской обл. бедны не только кобальтом, но также медью и иодом.

Опыт показал, что хлористый кобальт, а также хлористый кобальт в смеси с солями меди и иода, могут усилить синтез витамина B_{12} и отложения его в печени. В данном случае повышение содержания витамина B_{12} в печени может достичь 81% по сравнению с содержанием его в печени здоровых овец, не получавших подкормку минеральных солей кобальта (см. табл. 1). Иодистый калий, как можно было ожидать, не вызывал усиления синтеза витамина B_{12}.

Представляет интерес наблюдение, показавшее повышение в печени содержания витамина B_{12} при подкормке овец сернокислой медью.

Вопрос этот требует специального изучения. Возможно, что сернокислая медь влияет на жизнедеятельность рубцовой микрофлоры и усиливает использование ею кобальта на синтез витамина B_{12}. Единичное наблюдение не позволяет, однако, сделать определенный вывод.

Одним из важных вопросов в этой области является искусственное создание в рубце при помощи кормления условий для более активного синтеза витамина B_{12} по сравнению с достигнутым при помощи кобальтовых подкормок. Г. А. Бондаренко было показано, что под влиянием подкормок коров мелом усиливается в их рубце рост микрофлоры. На основании этих наблюдений можно было предположить, что прибавкой к рациону одновременно мела и хлористого кобальта удастся усилить и синтез витамина B_{12}.

Таблица 2

Влияние солей микроэлементов на синтез в рубце и депонирование печенью витамина B_{12}

№№ овец	Состав суточной минер. подкормки	Доза в мг	Содерж. в печени в γ %	
			витамина B_{12}	кобальта
336	Хлористый кобальт . .	2	35,4	7,27
78	Сернокислая медь . . .	3	35,5	—
146	Иодистый калий	0,13	20,8	6,66
416	Хлористый кобальт . .	2	20,0	6,66
	Сернокислая медь . . .	3		
	Иодистый калий	0,13		
349	То же	0,13	38,1	—

Таблица 3

Суточный основной рацион овец и содержание в нем кобальта

Название корма	Колич. корма в кг	Кормовые единицы	Содерж. в кормах кобальта в γ
Сено	0,5	0,25	70,0
Картофель	1,0	0,3	22,1
Творог сухой . . .	0,040	0,5	1,8

С целью проверки этого предположения был поставлен опыт на 10 овцах романовской породы. Овцы были распределены по методу аналогов на 3 группы: №№ 4, 5, 7, 8 были контрольными и получали только основной рацион, бедный кобальтом; в суточном основном рационе содержалось 93,9 γ кобальта (табл. 3); овцы №№ 1, 2, 10 получали добавочно к основному рациону по 4 мг хлористого кобальта в сутки, а №№ 3, 6, 9, кроме хлористого кобальта, получали по 3 г мела в сутки.

Исследования показали (табл. 4), что кобальтовая подкормка, вследствие повышения синтеза витамина B_{12} в рубце, приводит к усилению депонирования этого витамина печенью на 83% по сравнению с контрольными овцами. Прибавка к рациону одновременно с кобальтом углекислого кальция (мела) еще более усиливает обогащение печени овцы витамином B_{12}: по сравнению с контрольными овцами на 166% и по сравнению с получавшими один кобальт на 40%.

В нечерноземной зоне, где распространены опесчаненные дерново-подзолистые и болотные почвы, бедные кобальтом и кальцием, вследствие чего пастбищные корма сельскохозяйственных животных также содержат недостаточное количество этих элементов, большую пользу животноводству могут принести подкормки животных солями кобальта и мелом. Такие подкормки, усиливая синтез витамина B_{12} и обогащение им организма, могут способствовать предупреждению тяжелых заболеваний сельскохозяйственных животных энзоотическими акобальтозами, дающими значительный отход поголовья. Интерес представляет отсутствие параллелизма в содержании кобальта и витамина B_{12} в печени овец.

Таблица 4

Влияние кобальта и углекислого кальция на синтез в рубце и депонирование печенью витамина B_{12}

Содерж. в печени в γ %	Контроль (на основном рационе)				С добавкой кобальта и кальция			С добавкой кобальта		
	№№ овец									
	5	4	7	8	3	9	6	1	2	10
Витамина B_{12} . . .	сл.	4,5	11,2	16,0	28,0	23,2	30,2	20,0	21,6	16,6
Кобальта	3,36	—	—	—	4,47	4,08	—	—	3,57	3,45

Примечание. Овцы №№ 2, 10, 3, 9, 5, 4 забиты через 2 мес., №№ 1, 6, 7, 8 — через 3 мес. после начала опыта. Овца № 2 — суягная.

У акобальтозных овец (табл. 1) нарушение синтеза витамина B_{12} в рубце, вызывающее снижение содержания этого витамина в печени до следов, как уже было отмечено, наступало при накоплении в печени значительных количеств кобальта, не входящего в состав витамина B_{12}. У овцы № 326 в печени находились только следы витамина, а кобальта было 6,4 γ %. В печени овец №№ 1, 2, 3, при наличии кобальта в количествах 4,2—4,6 γ %, витамина B_{12} практически не обнаружено.

Даже при наличии в печени значительных количеств витамина B_{12} в его состав входит только незначительная часть (около 20%) общего кобальта, содержащегося в печени. Так, при содержании в 100 г печени овцы 35,4 γ витамина B_{12} в нем содержится 1,55 γ кобальта, что составляет только 21% от всего кобальта, находящегося в печени (табл. 2). Нам представляется важной возникающая задача выделения из печени органических комплексов кобальта, не являющихся витамином B_{12} или другими кобаламинами, и определение биологической активности этих новых, неизученных комплексов.

Проведенные исследования позволяют придти к выводу о возможности замены при кормлении жвачных животных в нечерноземных биогеохимических провинциях, бедных кобальтом, витамина B_{12} минеральным кобальтом, особенно в сочетании с мелом, что приводит к усилению синтеза витамина B_{12} и достаточному обогащению им организма животных.

Институт геохимии и аналитической химии
им. В. И. Вернадского
Академии наук СССР
и Всесоюзный институт животноводства

Поступило
19 X 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] В. В. Ковальский, В. С. Чебаевская, Докл. Всесоюзн. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина, 2 (1949). [2] В. В. Ковальский, Сборн. Микроэлементы в жизни растений и животных, Изд. АН СССР, 1952. [3] В. Н. Букин, Л. Я. Арешкина, Л. С. Куцева, Биохимия, 19, в. 6 (1954)