

физиологический антагонизм между этими микроэлементами, особенно сильно в сердечной мышце. Уменьшение количества меди в сердечной мышце и сравнительно высокая обратная корреляция между медью и цинком, вероятно, свидетельствуют о снижении уровня окислительных процессов в этой ткани, что является неблагоприятным фактором. В связи с этим использовать цинк в дозах, превышающих потребность животных, нельзя считать целесообразным.

### Выводы

1. Подкормка овец цинком в дозах 1,0 и 2,5 мг/кг веса не приводит к изменению количества меди, активности церулоплазмينا и аспарагиновой трансминазы в крови.

2. При избыточном введении цинка в рацион овец проявляется физиологический антагонизм между цинком и медью, особенно заметный в сердечной мышце.

## К вопросу о действии молибдена на некоторые стороны обмена веществ у овец

---

В. М. ХОЛОД, А. В. КОРНЕЙКО, Н. С. ЕЛЬЦОВ

В последнее время утвердилось представление о молибдене, как о микроэlemente, играющем определенную биологическую роль в организме животных и человека. Интерес к молибдену можно объяснить исходя из следующих положений. С одной стороны, высокие дозы молибдена, принятые с пищей, могут вызвать патологические явления — молибденовый токсикоз у животных и подагрические явления у людей (Г. А. Яровая, 1962; W. S. Ferguson и др. 1943). С другой стороны, более поздние исследования показали, что минимальные

количества молибдена необходимы для нормального протекания процессов обмена веществ в организме (А. Кэсон, 1962, Н. О. Askew, 1958).

Однако влияние молибдена на физиологические и биохимические процессы, происходящие в организме, изучено еще недостаточно. В то же время знание интимных процессов, происходящих в организме под воздействием молибдена, дает возможность более правильно определить физиологическое и токсическое воздействия его на организм и решить ряд других вопросов, связанных с биохимией молибдена. Особый интерес представляет изучение медь-молибденового антагонизма, так как, по мнению большинства исследователей, именно здесь кроется механизм токсического действия молибдена.

В настоящей работе мы приводим данные о влиянии длительного скармливания молибдена на содержание ДНК, РНК и активность некоторых ферментов у овец, а также на содержание молибдена и меди в тканях интактных животных и животных, получавших молибден с подкормкой.

Опыт проведен на 8 овцах (4 головы в контрольной и 4 в опытной группе). В подготовительный период (46 дней) все овцы получали основной рацион, который состоял из 1,5 кг лугового сена, 300—400 г концентратов и содержал 2,4 мг молибдена. В основной период животным опытной группы ежедневно добавляли к основному рациону 3 мг/кг веса молибдена в виде молибдата натрия. Подкормка проводилась в течение 63 дней. После забоя животных проведен анализ органов овец на содержание молибдена методом Виноградовой, меди—по Лапину, суммы РНК и ДНК — по Шнейдеру, ДНК — по методу Орлова, активность амилазы — методом Шлыгина, протеолитическая активность — по методу Вильштеттера.

Данные по содержанию микроэлементов у овец приведены в табл. 1. Как видно из таблицы, в исследованных органах и тканях содержание молибдена резко увеличилось и накапливалась медь, хотя не очень резко. Отношение между молибденом и содержанием меди у опытных животных резко отличалось по сравнению с контрольной группой. Так, если у контрольных животных отношение молибден—медь в печени составляло 1:27, то у опытных 1:7, в сердце это соотношение у контрольных

Таблица 1

Содержание меди и молибдена в органах и тканях овец,  
мг% на воздушносухое вещество

Наименование органов и тканей	Контрольная группа		Опытная группа	
	Медь	Молибден	Медь	Молибден
Печень . . . . .	13463	495	16430	2270
Кровь . . . . .	136	8,0	158	119
Сердце . . . . .	1585	96	1896	555
Почки . . . . .	1532	312	3849	3912
Мышцы . . . . .	354	58	455	187
Кишечник . . . . .	624	93	743	581
Легкие . . . . .	1276	251	1328	907
Селезенка . . . . .	635	268	742	728
Головной мозг . . . . .	1349	160	1568	548
Поджелудочная железа	725	165	864	485

Примечание. Молибден в крови дан в расчете на сырой вес, медь — на плазму крови.

было 1:16, а у опытных примерно 1:3,5, в почках соответственно 1:5 и 1:1, в кишечнике 1:7 и 1:1,3 и в селезенке 1:3 и 1:1. Аналогичную картину мы наблюдали в проведенных ранее опытах на кроликах (А. В. Корнейко, В. М. Холод, 1966).

Таблица 2

Влияние молибдена на активность ферментов и содержание нуклеиновых кислот у овец

Ткани	Показатели	Контрольная		Опытная	
		Пределы колебаний	Среднее	Пределы колебаний	Среднее
Печень	Р ДНК	10—12,3	11,4	9,9—14,3	11,4
	Р ДНК	57,7—62,8	60,4	60—70,6	64,1
Почки	Р ДНК	11,1—14,8	12,8	11,2—23,9	17,4
	Р ДНК	63,3—78,2	70,4	58,8—97,9	74,6
Поджелудочная железа	Амилаза	125—225	150	100—225	150
Тонкий кишечник	Протеазы	4,4—10,6	8,3	7,1—11,8	9,3
	Протеазы	3,0—4,0	3,6	2,7—5,6	3,6

Примечание. Содержание ДНК и РНК дано в мг фосфора на 100 мг сырой ткани, активность протеаз — в мл 0,05N KOH, расходованные на титрование аминокислот, которые образовались при гидролизе 1 г ткани, активность амилазы — в ферментных единицах.

Очевидно, в основе медь-молибденового антагонизма лежит перераспределение меди и связывание ее в биохимически неактивные соединения.

В табл. 2 приведены данные о влиянии молибдена на активность некоторых ферментов, а также на содержание РНК, ДНК в печени и почках овец.

Амилолитическая активность поджелудочной железы и протеолитическая активность слюистой тонкого отдела кишечника у контрольных и опытных животных были примерно одинаковы, в то время как активность протеаз в тканях поджелудочной железы овец, получавших молибден, была несколько выше, чем у контрольных (на 11%). Содержание фосфора ДНК и РНК в печени и почках животных обеих групп существенно не отличалось. Увеличение фосфора ДНК в почках опытных животных оказалось статистически недостоверным.

Следует отметить, что несмотря на значительное поступление молибдена в организм овец опытной группы, количество которого примерно в 25 раз превышало содержание его в рационе, каких-либо патологических отклонений у животных не наблюдалось.

Возможно, что в организме могут задерживаться значительные количества молибдена в виде каких-либо биохимически неактивных соединений, не вовлекающихся в процессы метаболизма. Не исключено образование медь-молибденовых комплексных соединений, фиксирующих оба элемента в неактивном состоянии, так как известно, что и медь, и молибден активные комплексообразователи.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать вывод, что при подкормке овец молибденом происходит накопление молибдена и меди в организме. Активность исследованных ферментов и содержание ДНК и РНК существенно не меняются.