

В. М. ХОЛОД

## О ВЛИЯНИИ МОЛИБДЕНА НА УГЛЕВОДНЫЙ И ЛИПИДНЫЙ ОБМЕН В ОРГАНИЗМЕ ОВЕЦ

**М**олибден относится к сравнительно мало изученным микроэлементам. Однако в последнее время утвердилось представление о молибдене, как истинном биоэлементе для животных организмов. Вначале обратили внимание на токсическую роль молибдена. Так, W. S. Ferguson и др. (1940) установили, что специфическое заболевание крупного рогатого скота, наблюдающееся в некоторых районах Англии, вызывается высоким содержанием молибдена в пастбищной растительности.

Ряд авторов (В. В. Ковальский, 1960; Ундервуд, 1961; P. J. Varden, A. Robertson, 1962) указывают на возможность применения молибдена в качестве противоядия при отравлении медью. В последние годы выяснена и физиологическая роль молибдена в организме животных. Установлено, что молибден является компонентом ряда ферментных систем. В тканях животных обнаружили два молибденсодержащих фермента — ксантиноксидазу и альдегидоксидазу (А. Насон, 1962).

Е. М. Малеванная (1959) в опытах на белых крысах и морских свинках и Г. М. Каприелов (1957) в опытах *in vitro* установили, что молибден в соответствующих дозах стимулирует фагоцитарную активность лейкоцитов. Имеется ряд данных, свидетельствующих о влиянии молибдена на обмен аскорбиновой кислоты. Однако еще очень мало известно о влиянии молибдена на обмен веществ как в физиологических концентрациях, так и при высоком содержании его в рационе.

Большинство исследований о влиянии молибдена на организм проводилось на лабораторных животных, поэтому большой интерес представляло выяснить влияние его на обмен веществ и общее состояние овец в условиях длительного скармливания им солей молибдена.

Для опыта подобрали 8 валухов в возрасте 6—7 месяцев. Овцы получали рацион, состоящий из 1,5 кг хорошего лугового сена и 300 г концентратов. Животных разбили на 2 группы: контрольную и опытную, по 4 головы в каждой. В крови исследовали содержание сахара (по Хагедорн-Иенсену), гликогена

(по методу Симановича в модификации Генкина), пировиноградной кислоты (методом Фридмена и Хауджена), активность амилазы (по методу Энгельгардта и Герчука), гликолитическую активность (по методу Гиммерих и Черняк), нейтральный жир (методом Банга), липоидный фосфор (по методу Блюра), холестерин (по методу Лапина) и липолитическую активность сыворотки (методом Nanriot).

Кровь брали из яремной вены в одно и то же время после 12—16-часового голодания. В течение подготовительного периода (49 дней) провели 7—10 исследований каждого показателя углеводного и жирового обмена с целью установления исходных данных по каждому компоненту. В опытный период испытывали молибден в дозах: 0,25 мг на 1 кг веса (48 дней), 1 мг на 1 кг веса (42 дня) и 3 мг на 1 кг веса (37 дней) и определяли те же показатели, что и в подготовительный период (5—7 исследований на каждую дозу). Один раз в две недели овец взвешивали. Одновременно наблюдали за общим

Таблица 1

Влияние молибдена на некоторые компоненты углеводного обмена у овец

Показатели	Сахар в мг%		Пировиноградная кислота в мг%		Гликоген в мг%		Амилаза*		Гликолиз**	
	Контрольная группа	Опытная группа	Контрольная группа	Опытная группа	Контрольная группа	Опытная группа	Контрольная группа	Опытная группа	Контрольная группа	Опытная группа

## Подготовительный период

Среднее	36	39	1,18	1,49	17,32	18,23	267	272	11,76	9,43
% . . . . .	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

## Опытный период

Доза Мо 0,25 мг/кг										
Среднее	36	39	1,38	1,37	14,29	15,86	215	105	11,06	14,74
% . . . . .	100	100	117	92	82	87	80	38	94	156
Доза Мо 1 мг/кг										
Среднее	43	42	1,44	1,16	14,89	16,06	177	304	11,1	6,99
% . . . . .	119	108	122	78	85	88	66	111	94	74
Доза Мо 3 мг/кг										
Среднее	39	40	1,33	1,09	15,4	16,45	319	1515	13,96	11,7
% . . . . .	108	103	112	73	89	90	120	557	119	124

\* Активность амилазы выражена количеством сахара в миллиграммах, образовавшегося из крахмала в течение двух часов при пересчете на 100 мл крови, при температуре 37°C.

\*\* Гликолитическая активность выражена количеством сахара (мг), разложенного в 100 мл крови за 40 минут при температуре 40°C.

состоянием животных. Молибден задавали ежедневно в виде молибденовокислого натрия каждому животному в зависимости от его веса. С целью контроля усвоения его было проведено исследование наличия молибдена у 2 контрольных и 2 опытных животных в среднесуточной пробе мочи и кала. В кормах также исследовали содержание молибдена и меди. В суточном рационе овцы было 1,84 мг молибдена и 6,85 мг меди.

В табл. 1 представлены средние цифры, показывающие изменение отдельных компонентов углеводного обмена в крови контрольных и опытных животных.

Сравнивая изменения углеводного обмена у животных контрольной и опытной групп, можно отметить, что малые дозы молибдена (0,25 мг на 1 кг веса) вызывают угнетение амилоли-

Таблица 2

Влияние молибдена в разных дозах на некоторые показатели липидного обмена у овец

Показатели	Нейтральный жир в мг%		Липоидный фосфор в мг%		Холестерин общий в мг%		Холестерин свободный в мг%		Липаза*	
	Контрольная группа	Опытная группа	Контрольная группа	Опытная группа	Контрольная группа	Опытная группа	Контрольная группа	Опытная группа	Контрольная группа	Опытная группа
<i>Подготовительный период</i>										
Среднее	286	286	9,76	10,23	95	98	68	65	1,69	1,74
% . . . . .	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Опытный период</i>										
Доза Мо 0,25 мг/кг										
Среднее	336	321	10,05	9,69	100	100	78	79	1,9	1,7
% . . . . .	117	113	103	94	105	102	118	121	112	98
Доза Мо 1 мг/кг										
Среднее	339	322	10,05	9,46	100	106	81	81	1,81	1,69
% . . . . .	118	113	103	92	105	108	121	123	108	97
Доза Мо 3 мг/кг										
Среднее	290	276	90	9,08	101	104	84	89	1,55	1,57
% . . . . .	101	97	92	88	106	106	127	135	92	84

\* Активность липазы сыворотки выражена в миллилитрах 1/100 N щелочи, пошедшей на титрование масляной кислоты, образовавшейся из трибутирина за 1 час при температуре 40°C под действием 1 мл сыворотки.

тической активности крови. Средние и большие дозы молибдена (1 и 3 мг на 1 кг веса) увеличивают активность амилазы. Резкое повышение амилолитической активности крови наблюдали у опытных овец при скормливания им 3 мг молибдена на 1 кг

веса. Оно достигало 557% по сравнению с исходными данными.

Выраженное влияние оказывает молибден и на содержание пировиноградной кислоты. У контрольных овец за опытный период содержание ее увеличивалось на 12—22%, а у животных опытной группы под действием всех трех доз молибдена содержание этой кислоты снизилось до 92—73%.

У животных опытной группы так же, как и у контрольных, наблюдали некоторое повышение содержания сахара в крови. Гликолитическая активность крови колеблется весьма значительно. Установить какое-либо определенное влияние молибдена на эту активность нам не удалось. Правда, в первый опытный период (доза 0,25 мг на 1 кг веса) разница в гликолитической активности крови у животных контрольной и опытной группы достигала 60%, но индивидуальные колебания ее у отдельных животных ставят этот эффект под сомнение.

В табл. 2 представлены данные о влиянии молибдена на некоторые показатели липидного обмена.

Молибден в испытанных дозах не оказывает влияния на количество нейтрального жира в крови. Повышение его у животных контрольной и опытной групп связано, очевидно, с понижением температуры воздуха в зимнее время. Аналогичные данные получены М. М. Кичиной (1961).

Как видно из табл. 2, молибден в дозах 0,25 и 1 мг на 1 кг веса снижает содержание липоидного фосфора крови соответственно до 94 и 92%. В третий опытный период уменьшение его наблюдается как в контрольной, так и в опытной группе животных соответственно до 92 и 88%.

Показатели общего холестерина в крови животных обеих групп примерно одинаковы. Свободный холестерин нарастает более резко, чем общий, что свидетельствует о некотором ухудшении процессов этерификации холестерина в печени. Причем увеличение свободного холестерина в крови животных опытной группы несколько превышает содержание его у контрольных. Липолитическая активность сыворотки крови у животных опыт-

Таблица 3

Содержание молибдена в крови овец в  $\gamma\%$ 

Контрольные овцы	Опытные овцы
3,3	102
4,8	114
4,9	82
20,4	92
В среднем 8,3	98

ной группы несколько снизилась, а у животных контрольной группы, наоборот, наблюдалось некоторое ее увеличение.

В табл. 3 представлены данные о содержании молибдена в крови контрольных и опытных животных в конце опыта. Как видно из таблицы, количество молибдена в крови опытных животных резко возрастает и превышает его содержание у контрольных более чем в 10 раз.

Резко возрастает и выделение молибдена из организма с мочой и калом (табл. 4). Это свидетельствует о том, что молибден, который получали овцы в качестве подкормки, в кишечнике всасывается нормально.

Таблица 4

Среднесуточное выделение молибдена у овец в мг

Контрольные овцы		Опытные овцы	
С калом	С мочой	С калом	С мочой
0,984	0,092	36,55	13,14
0,619	0,567	46,8	16,5
В среднем 0,8	0,33	41,67	14,82

Длительное скармливание молибдена в дозах 0,25—3 мг/кг не оказывало влияния на привесы животных опытной группы. Так, привес контрольных животных за весь подопытный период составил 9,8, опытных — 9,3 кг в среднем на голову. Видимых клинических изменений у животных также не наблюдали.

## Выводы

1. Подкормка молибденом овец в дозе 0,25 мг на 1 кг веса вызывает снижение, а в дозе 3 мг на 1 кг веса резкое увеличение активности амилазы крови.

2. Подкормка молибденом овец в дозах 0,25, 1 и 3 мг на 1 кг веса вызывает снижение содержания пировиноградной кислоты в крови.

3. Молибден в дозах 0,25 и 1 мг на 1 кг веса животных несколько снижает содержание липоидного фосфора в крови.

4. Молибден в дозах 0,25—3 мг/кг не влияет на содержание сахара, гликогена, нейтрального жира, общего и свободного холестерина в крови и липолитическую активность сыворотки. Высокое содержание молибдена в рационе животных приводит к накоплению его в организме и усиленному выделению с мочой и калом.