

УДК 636.082:612.46:636.087.24

ГИСТОСТРУКТУРА ПОЧКИ У БЫЧКОВ, ОТКАРМЛИВАЕМЫХ НА БАРДЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

М. В. СИДОРОВА, Н. Н. МОРОЗОВА

(Кафедра анатомии, гистологии и эмбриологии с.-х. животных)

С целью уменьшения дефицита микроэлементов при откорме бычков на барде в их рацион добавляли медь, кобальт и йод в различных количествах и сочетаниях. По окончании откорма проводили гистологический и морфометрический анализы почки.

Откорм на барде приводит к оводнению тканей, набуханию структуры почки и наличию дистрофических изменений в эпителии канальцев. Размеры почечных телец достоверно отличаются от соответствующих показателей у животных, не получавших барду. При добавке микроэлементов структура почки нормализуется.

При откорме молодняка крупного рогатого скота на барде в организм поступает большое количество жидкости, так как барда состоит в основном из воды — 89—96 %, на долю протеина приходится 1,5—1,8 %, жира — 0,4—1,0, клетчатки — 0,3—1,8 % [8]. Кислотность барды повышенная — рН 4,2—4,4, в ней содержится мало клетчатки, кальция, йода, кобальта и других микроэлементов, а каротин и витамин Д отсутствуют [7]. Значительный избыток воды в бардьяных рационах обуславливает оводнение тканей [4] и вымывание минеральных веществ из организма животных [2] вследствие повышенного диуреза. Добавки микроэлементов при скармливании барды положительно сказываются на продуктивности и физиологическом состоянии животных [3, 5, 6].

В задачу наших исследований входило изучение влияния скармливания барды без добавок и с добавками микроэлементов на структуру и морфофункциональное состояние почек, работающих в условиях бардяного откорма с большей нагрузкой (с большим напряжением).

Методика

Бычки черно-пестрой породы были поставлены на откорм в возрасте 10 мес. Рацион, рассчитанный на получение 800 г прироста живой массы, состоял из барды, зеленой массы и концентратов в соотношении 50, 30 и 20 % к общей питательности рациона. Откорм продолжался 135 дней. В течение опыта объем кормов увеличивали по мере роста животных, но структура рациона оставалась постоянной.

Как показал анализ кормов содержание в них йода и меди было соответственно в 5,0, 2,0 и 1,6 раза ниже средней рекомендуемой нормы. В связи с этим в корм животных I группы добавляли микроэлементы до уровня средней рекомендуемой нормы: кобальта (в виде хлористого кобальта) — 0,6 мг, йода (йодистого калия) — 0,35, меди (в виде медного купороса) — 8 мг на 1 кг сухого вещества корма. Животные II группы получали хозяйственный рацион без добавок микроэлементов; в рацион бычков

III группы добавляли микроэлементы в количестве, вдвое превышавшем среднюю норму. Перед началом откорма в качестве фонового контроля (ФК) и по окончании откорма убивали по 3—5 животных из каждой группы, у которых брали почки, взвешивали их, рассчитывали абсолютную и относительную массу. Стандартной гистологической обработке и морфометрическому исследованию подвергались кусочки почки, включавшие участки коркового и мозгового вещества. Пробы фиксировали в 10 % формалине и жидкости Буэна, и на окрашенных гематоксилин-эозином срезах измеряли по два диаметра почечных телец, диаметр канальцев проксимальных отделов нефронов, высоту их эпителия, рассчитывали также площадь почечных телец и просвет канальцев проксимальных отделов нефронов. Результаты обрабатывали статистически на мини-ЭВМ СМ4-20 с помощью пакета прикладных и индивидуальной программ².

¹ Анализ кормов с целью определения содержания в них микроэлементов проводили аспиранты Л. В. Алексеева, В. А. Волконский, А. В. Спиридонов.

² Выражаем благодарность ассистенту кафедры экономической кибернетики ТСХА М. Г. Захарину за помощь в составлении программы и овладении методами работы на мини-ЭВМ СМ4-20.

Результаты

У 10-месячных бычков при постановке на бардяной откорм масса двух почек в среднем составляла 970 г, или 0,35 % массы животного.

Паренхима коркового вещества почки 10-месячных бычков состоит из хорошо выраженных почечных колонок. Площадь сечения среза у основной массы почечных телец (57 %) равна 17—26 тыс. мкм² (табл. 1), мелкие (по 10 тыс. мкм²) и крупные (свыше 30 тыс. мкм²) тельца встречаются редко (6 %). Просвет капсулы почечных телец небольшой, петли капилляров сосудистых клубочков лежат плотно, но контурированы четко. Просвет капилляров нормальной ширины, количество лимфоцитов в них довольно большое. На фоне эндотелия капилляров видны крупные светлые овальные ядра подоцитов. Клетки наружного листка капсулы плоские, удлинённые, с довольно темными веретеновидными ядрами.

Т а б л и ц а 1

Площадь сечения среза почечных телец (тыс.мкм²)

Показатель	ФК	Группа		
		I	II	III
M±m	20 702±451,4	21 713±481,9	18 806±328,9	16 053±355,3
n	150	250	250	250
C _v , %	26,6	37,9	27,7	38,2

Стенки канальцев нефронов не изменены. В канальцах проксимальных отделов эпителий высокий (табл. 2), просвет не превышает 29 % диаметра канальца. В просветах канальцев проксимальных отделов нефронов заметно хлопьевидное содержимое. Клетки эпителия с розовой цитоплазмой, с вершинами, выступающими в просвет канальцев, и крупными светлыми ядрами, лежащими у апикальных полюсов клеток. Диаметр дистальных отделов нефронов примерно такой же, как и проксимальных, хотя эпителий их ниже, цитоплазма светлее и базофильнее, апикальные полюса клеток ровные, округлые ядра лежат в центре клеток. Строение эпителия петель нефронов типичное: клетки четко контурированы, кубические, с выпуклыми вершинами и округлыми ядрами в восходящем колене и плоские, с вытянутыми ядрами в нисходящем колене. Просвет их небольшой. Сосуды промежуточной зоны располагаются пучками, хорошо просматриваются. Капиллярная сеть незаметна, так как просветы капилляров не расширены. Эпителий собирательных трубок мозгового вещества может быть кубическим или цилиндрическим, что зависит от диаметра трубки, просвет их сравнительно небольшой.

Такая структура паренхимы органа указывает на активную реабсорбционную функцию канальцев нефронов, адекватную по объему фильтрационной функции почечных телец, в результате первичная моча не застаивается в полости капсулы, идет ее активное обратное всасы-

Т а б л и ц а 2

Показатели морфометрии канальцев проксимальных отделов нефронов (мкм)

Показатель	Диаметр канальцев				Высота эпителия			Ширина просвета канальцев				
	ФК	группа			ФК	группа			ФК	группа		
		I	II	III		I	II	III		I	II	III
M±m	±41,5	38,5	±40,2	±44,8	14,8	±11,4	12,5	8,9	12,1	±16,1	15,0	26,4
n	0,48	±0,50	0,39	0,30	±0,25	0,23	±0,21	±0,16	±0,51	0,44	±0,38	±0,37
C _v , %	150	250	250	250	150	250	250	250	150	250	250	250
C _v , %	14,3	20,3	16,3	10,6	20,4	31,7	26,9	29,3	51,6	43,3	51,6	22,0

вание на протяжении всех участков нефронов, при этом образуется оптимальное количество вторичной мочи.

У бычков II группы, получавших 4,5 мес барду, масса почек в среднем составляла 1380 г и была на 40 % больше, чем у 10-месячных бычков. Относительная величина практически не менялась (равна 0,34 %) по сравнению с таковой у 10-месячных животных, хотя известно, что почки являются рано созревающим органом и в постнатальном онтогенезе темпы роста их ниже, чем темпы роста организма в целом.

В структуре почек бычков II группы происходят заметные изменения. Размеры почечных телец достоверно меньше, чем у 10-месячных животных (табл. 1). Основную массу составляют тельца площадью 17—23 тыс. мкм² (58 %). Почечных телец с площадью свыше 30 тыс. мкм² не обнаружено. При этом у более крупных телец капсулы имеют умеренный просвет, а у мелких — капилляры широкие, их петли широко расставлены, просвет у капсул большой, заполнен первичной мочой. Подоциты мелкие, с темными ядрами неправильной формы. Клетки наружного листка капсулы сильно вытянуты, ядра их плоские, папиллярные, цитоплазма иногда резко базофильная. Канальцы нефронов примерно такого же диаметра, как у 10-месячных бычков ($t_d=2$ при $n = 400$), но высота эпителия достоверно меньше, а просвет на 25 % больше. Следует отметить, что диаметр канальца определяется не столько высотой эпителия ($r = 0,3$), сколько размером просвета ($r = 0,8$). В клетках эпителия проксимальных отделов нефронов ядра часто гипохромны, цитоплазма гомогенна, апикальные концы клеток фестончатые. Дистальные отделы нефронов неравномерно расширены. На продольных срезах дистальных отделов можно видеть бухтообразные выпячивания стенок канальцев, чередующиеся с участками, имеющими узкий просвет. В узких участках встречаются явления пролиферации эпителия. Просветы петель и собирательных трубок расширены, эпителий их оводнен.

Такая картина указывает на напряженное функционирование почек. При этом более крупные нефроны, по-видимому, функционируют в оптимальном режиме (в их тельцах не скапливается первичная моча), а более мелкие испытывают большую нагрузку: кровь в них фильтруется под сильным давлением (о чем можно судить по расширенным капиллярам клубочков почечных телец), первичная моча задерживается в почечных тельцах, расширяя их капсулы, эпителий почечных канальцев, несмотря на большую поверхность клеток, не в состоянии реабсорбировать избыточное количество жидкости, хотя и работает со значительным напряжением (клетки высокие, апикальные полюса фестончатые, ядра расположены в апикальных частях клеток, идет активное размножение клеток эпителия дистальных канальцев). Тем не менее жидкость, скапливается в канальцах нефронов на всем их протяжении, увеличивая просвет между ними и образуя бухтообразные выпячивания стенок, проникает между клетками эпителия, вызывает его набухание. Расширенные просветы собирательных трубок свидетельствуют о поступлении большого количества мочи в мочевыводящую систему почек и, как следствие этого, об увеличении диуреза, что и наблюдается при откорме животных на барде. В то же время активная работа эпителия нефронов, при которой реабсорбируется большое количество жидкости в кровь, способствует не только расширению сосудов промежуточной зоны, но и оводнению тканей тела за счет диффузии воды, особенно рыхлой соединительно-тканной стромы органов, что мы и наблюдаем в почке и что, по всей видимости, явилось причиной непропорционального увеличения массы почек у животных II группы.

У бычков I группы за 4,5 мес по сравнению с 10-месячным молодым бычком масса почек возросла на 30 %, составив в среднем 1247 г, но их относительная масса снизилась до 0,30 %/ В этом мы склонны усматривать проявление ростовых процессов, не искаженных несбалансированным кормлением.

Почечные тельца у бычков I группы несколько крупнее, чем у 10-

месячных животных (разница недостоверна) и значительно ($P < 0,001$) крупнее, чем у молодняка II группы. При этом размах колебаний размеров телец в 1,5 раза больше, в результате основной класс телец оказался шире — он включает тельца от 14 до 30 тыс. мкм² (65 %). Возрастает число крупных телец (до 14 %), в то время как мелкие тельца встречаются с той же частотой, что и у животных до постановки на откорм.

При изучении гистоструктуры почечных телец установлены причины увеличения их размеров: происходит накопление первичной мочи в капсуле, что приводит к расширению просвета. Видимо, усиливается фильтрация плазмы крови в результате возросшего давления в капиллярах клубочков. Об этом можно судить по увеличившемуся просвету капилляров клубочков. О возросшем полнокровии органа свидетельствует и очаговое расширение сосудов коркового вещества и промежуточной зоны почки. Подоциты находятся в несколько угнетенном состоянии: они мельче, чем у 10-месячных бычков, ядра их темнее, неправильной формы. Эпителий наружного листка капсулы не изменен.

Есть изменения и в структуре канальцев нефрона. Высота эпителия проксимальных отделов достоверно меньше, цитоплазма его часто гомогенна, ядра разной величины и лежат в клетках на разных уровнях. Диаметр проксимальных отделов уже, чем дистальных. В петлях нефронов имеются ядра, размеры которых в пределах одного участка могут различаться в 2—3 раза. У двух животных в отдельных канальцах наблюдались небольшие участки с совершенно недейственным дистрофически измененным эпителием: границы клеток здесь не видны, цитоплазма представляет собой сплошной буро-розовый тяж, ядра находятся на разных стадиях лизиса. Толщина стенки канальцев на таких участках в 1,5—2 раза меньше, чем в остальных местах.

Наряду с уменьшением диаметра канальцев в результате уменьшения высоты эпителия (корреляция положительная, достоверная, $r = 0,45$) достоверно увеличился просвет канальцев проксимальных отделов нефронов. Это наводит на мысль, что у животных I группы происходит активация диуреза за счет увеличения фильтрационной и угнетения реабсорбционной функций нефронов.

Сравнение гистологической картины и морфометрических показателей почек у животных I и II групп позволяет сделать выводы о механизме действия микроэлементов на функцию данного органа. Благодаря усиленной фильтрационной функции почек при одновременном уменьшении вторичного всасывания мочи организм избавляется от избыточного оводнения тканей, которое наблюдается при откорме животных на барде. Правда, усиленный диурез (по сравнению с животными II группы, не получавшими добавок микроэлементов) приводит к большему выведению с мочой меди и кобальта, но все же поступает их в организм больше, чем выводится [1].

У животных III группы относительная масса почек, как и у бычков II группы, составляет 0,34 %, а абсолютная масса равна 1392 г. Почечные тельца у этих животных самые мелкие, причем 33 % приходится на долю почечных телец с площадью 14—17 тыс. мкм², а 72 % — с площадью 11—20 тыс. мкм² и только 0,5% — на долю крупных телец (свыше 30 тыс. мкм²).

В структуре почечных телец наблюдаются те же изменения, что и у животных I группы: увеличивается просвет капилляров сосудистых клубочков и капсул телец, и чем мельче тельца, тем шире просвет капсулы. В крупных тельцах (которые редки) капиллярные петли лежат плотно, просвет капсулы небольшой. Подоциты большинства телец имеют небольшие овальные или неправильной формы ядра и довольно плотную базофильную цитоплазму. В просветах капилляров заметно большое количество лимфоцитов. Клетки наружного листка капсулы плоские, с мутной цитоплазмой и палочковидными ядрами.

Для гистоструктуры почек животных III группы характерны развитие вокруг мелких почечных телец фибро-гистоцитарной реакции и об-

разование соединительно-тканной капсулы вокруг тельца, толщина которой в 2—5 раз превышает толщину наружного листка капсулы тельца. Диаметр проксимальных отделов нефронов у бычков III группы наибольший ($P < 0,001$), а высота эпителия (табл. 2) — наименьшая ($P < 0,001$). При этом прямая положительная высокодостоверная корреляция имеется между диаметром канальца и его просветом ($r = 0,9$), т. е. ширину канальца определяет количество содержащейся в его просвете первичной мочи. Интересно отметить, что между диаметром канальца и высотой эпителия у животных III группы обнаруживается, хотя и низкая, но высокодостоверная отрицательная корреляция ($r = -0,2$), т. е. наблюдается тенденция к уменьшению диаметра канальцев при увеличении высоты эпителия (а следовательно, повышению реабсорбционной функции эпителия при увеличении высоты его клеток). Однако в большинстве канальцев высота эпителия небольшая, ядра мелкие, с крупными глыбками хроматина. У двух животных в канальцах встречаются небольшие участки дистрофически измененного эпителия, как и у бычков I группы. Высота эпителия дистальных отделов нефронов меньше, чем проксимальных, уже и просвет этих канальцев. Невелики просветы и петель нефронов и собирательных трубок.

Таким образом, двойная доза микроэлементов способствует еще более активной фильтрации первичной мочи, одновременно снижается и ее вторичное всасывание. При этом в ответ на постоянное давление первичной мочи на наружную стенку капсулы (как реакция компенсации) развивается соединительно-тканная капсула вокруг почечного тельца. Напряжение в системе почечных канальцев ощущается в основном на уровне проксимальных отделов, где, как известно, избирательно всасываются обратно в кровь сахара и многие минеральные соли. Дистальные отделы нефронов и собирательные трубки не расширены, что указывает на активное выведение мочи из почек благодаря не только усилившемуся диурезу, но и участвующим актам мочеиспускания.

Заключение

Откорм молодняка крупного рогатого скота на барде в течение 4,5 мес приводит к оводнению паренхимы почки. Добавки в рацион животных, получавших барду, меди, кобальта и йода способствуют ликвидации оводнения тканей, увеличивая диурез. При этом усиливается фильтрационная функция почечных телец, одновременно снижается реабсорбционная способность эпителия канальцев.

Защитная реакция организма на избыточное количество воды усиливается по мере увеличения дозы микроэлементов, однако при этом вокруг почечных телец образуются соединительно-тканные капсулы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева Л. В. Обмен некоторых микроэлементов у молодняка крупного рогатого скота при откорме на барде. — Автореф. канд. дис. М., 1986. — 2. Басалина Л. А., Лапшина С. А. Рациональное кормление бычков при бардяном откорме. — Методы повышения продуктивности с.-х. животных. М., 1978, вып. 3, с. 39—51. — 3. Вракин В. Ф., Ходырев А. А., Алексеева Л. В. Откорм бычков на барде с использованием микроэлементов. — Инф. листок № 306—84. Калинин: ЦНТИ, 1983. — 4. Вракин В. Ф., Сидорова М. В., Ефимова А. А., Фомина М. В. Морфофункциональное состояние внутренних органов у молодняка крупного рогатого скота при откорме на барде. — Изв. ТСХА, 1983, вып. 6, с. 134—143. — 5. Гут Б. М., Мельников В. Г. Откорм крупного рогатого скота на барде. — Л.: Колос, 1984. — 6. Костин Б. П. Влияние минерально-витаминных добавок на бардяной откорм бычков. — Методы повышения продуктивности животных. Саранск, 1975, с. 27—31. — 7. Машковцев Н. М. Химический состав и питательность свекловичного жома и барды. — Науч. тр. Казан. вет. ин-та. Казань, 1981, т. 134, с. 147—149. — 8. Тищенко В. А. Рациональное использование зерно-картофельной барды. — Кормопроизводство, 1984, № 3, с. 37—39.

Статья поступила 30 июля 1986 г

SUMMARY

To reduce microelemental deficiency when fattening young bulls on distillery refuse, copper, cobalt and iodine were added to their ration in different amounts and combinations. After fattening, histological and morphometric analysis of kidney was done.

Fattening on distillery refuse results in higher water content in tissues, swelling of kidney structures, and dystrophic changes in canal epithelium. The size of kidney bodies is significantly different from similar characteristic in animals that were not given distillery refuse. Microelemental supplements make kidney structure more normal.