

УДК 636.271:612.015.3

БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ У ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ

Ю. Н. ШАМБЕРЕВ, М. М. ЭРТУЕВ, И. П. ПРОХОРОВ

(Лаборатория эндокринологии)

Изучены молочная продуктивность и биохимические показатели крови, по которым можно судить о белковом, углеводном, липидном и минеральном обмене, у высокопродуктивных коров (удой более 7000 кг молока).

В пик лактации в крови высокопродуктивных коров повышается содержание общего белка, липидов, холестерина, НЭЖК и кетоновых тел, а в период глубокой стельности — общего белка, НЭЖК и кетоновых тел, что свидетельствует о напряжении физиологических процессов.

В последние десятилетия продуктивность молочного скота во многих хозяйствах значительно возросла в результате целенаправленной племенной работы, улучшения условий кормления и содержания. При совершенствовании племенных и продуктивных качеств молочного скота особое значение придавалось увеличению длительности использования высокопродуктивных коров. Рекордистки стада часто отличаются высокой продуктивностью на протяжении многих лактаций и высокими пожизненными удоями. Однако при повышении продуктивности стада в целом и концентрации животных на крупных механизированных фермах и комплексах возрастает число случаев преждевременной выбраковки коров в связи с нарушением обмена веществ, деятельности системы органов пищеварения, расстройства воспроизводителей функции и др.

Результаты многих исследований и практика передовых хозяйств свидетельствуют о том, что наивысшая продуктивность у коров чаще всего наблюдается в возрасте 5—6 отелов. Однако во многих хозяйствах высокопродуктивные коровы используются не более 3—4 лактаций, что приводит к значительному снижению экономической эффективности молочного скотоводства. Согласно имеющимся в литературе данным [14], экономический ущерб от кетоза и остеодистрофии обусловлен сокращением сроков использования наиболее ценных животных до 2—4 лет, снижением молочной продуктивности до 30—50 %, потерей живой массы и др. Отмечается также [26], что вследствие нарушения обмена веществ и из-за других незаразных болезней из стада выбраковывается до 10—20 % лучших животных.

Нарушение обмена веществ у высокопродуктивных коров чаще всего вызвано несоответствием уровня кормления [6, 10, 14].

Для разработки рекомендаций по сохранению здоровья и увеличению продолжительности использования высокопродуктивных коров важно располагать сведениями об их хозяйственных и биологических особенностях, причинах, условиях возникновения нарушений обмена веществ и механизме развития последних.

Настоящая работа посвящена изучению молочной продуктивности и некоторых биохимических показателей крови, характеризующих белковый, углеводный, липидный и минеральный обмен, у высокопродуктивных коров на протяжении лактации и в сухостойный период.

Материал и методы исследований

Опыт проводили в колхозе «Путь к коммунизму» Истринского района Московской области с марта 1982 г. по февраль 1983 г.

на 3 группах высокопродуктивных коров черно-пестрой породы в возрасте 3—6 отелов (по 7 гол. в каждой). Группы форми-

ровали с учетом возраста, происхождения, времени отела и уровня молочной продуктивности за предыдущую лактацию. В 1-ю группу вошли коровы, средний удой которых составил 7168 кг молока при содержании жира 3,73 %, во 2-ю — соответственно 6082 кг и 3,69 %, в 3-ю — 4994 кг и 3,72 %. Все подопытные животные находились на ферме «Павловская слобода» в одинаковых условиях кормления и содержания. Кормление коров проводили по нормам ВИЖ с учетом их живой массы и молочной продуктивности. В зимний период коровы при суточном удое 30 кг и живой массе 600 кг получали сено — 2,5 кг, силос — 27, кормовую свеклу — 28, травяную муку — 1,5, концентраты — 12 кг. Последние давали из расчета 400 г на 1 кг молока. В рационе содержалось 21,9 корм. ед., 2283 г переваримого протеина, 2480 г сахара. Летом коров выпасали на культурных пастбищах, количество концентратов было уменьшено до 350 г на 1 кг молока. В пастбищный период в состав рациона входили зеленая масса и концентраты — соответственно 65,0 и 8,9 кг. Содержание кормовых единиц составляло 21,6, переваримого протеина — 2734 г, сахара — 1442 г.

Общий уровень кормления коров соответствовал их потребности при суточном удое 30 кг и живой массе 600 кг. Рацион в пастбищный период характеризовался избытком белка (19,7 %) и дефицитом легкопереваримых углеводов, сахаро-протеиновое отношение (1:0,53) было значительно ниже рекомендуемой нормы (1:0,8 и 1:1,2). Уве-

личение количества легкопереваримых углеводов за счет включения в рацион кормовой свеклы в зимне-стойловый период способствовало нормализации сахаропротеинового отношения (1:1,03).

Учет молочной продуктивности коров проводили путем индивидуального доения 3 раза в месяц. Содержание жира определяли на приборе ФМП-КОМБИ.

В целях изучения функциональной активности эндокринных желез в сыворотке крови коров определяли количество иммунореактивного инсулина радиоиммунологическим методом, содержание 11-ОКС — суммарно методом де Мура в модификации Ю. А. Панкова и И. Я. Усватовой [по 15], в периферической крови — содержание общего белка и его фракций (альбуминов и глобулинов) методом Л. И. Слупского [20], общих липидов — методом Свана в модификации Л. К. Бауман общего холестерина — методом Илька, незестерифицированных жирных кислот (НЭЖК) — по Долу, сахара — методом Хагедорна — Иенсена [по 19], кетоновых тел — по методу Энгфельда в модификации С. М. Лейтеса, А. И. Одиновой [3], кислотную емкость крови — методом Раевского [по 3], содержание кальция — по Де-Ваарду, неорганического фосфора — методом Бригса в модификации В. Я. Юделовича [по 11].

Кровь у животных брали пункцией яремной вены в одно и то же время до утреннего кормления на 1, 2, 3, 5, 8 и 10-м месяцах лактации и за месяц до отела.

Результаты исследований

В табл. 1 представлены данные о живой массе и молочной продуктивности (в среднем за 305 дней лактации) подопытных коров.

Живая масса коров 1-й группы была на 19,6 и 12,2 кг ($P < 0,05$) больше, чем соответственно во 2-й и 3-й группах. Различия по этому показателю между животными 2-й и 3-й групп незначительны. По уровню молочной продуктивности коровы 1-й группы превосходили животных 2-й и 3-й групп соответственно на 14,2 и 37,9 %. Содержание жира в молоке подопытных коров было практически одинаковым. Разность по уровню молочной продуктивности и выходу молочного жира между животными сравниваемых групп высокодостоверна ($P < 0,001$).

Выход молока на 100 кг живой массы (коэффициент молочности у высокопродуктивных коров составил 1316 кг, а во 2-й и 3-й группах — соответственно 1171 и 970 кг.

У всех подопытных коров продуцирование молока в начале лактации было достаточно интенсивным (рис. 1). Наивысший среднемесячный удой отмечен на 2-м и 3-м месяцах лактации (1-я группа — 991,4 — 978,5 кг; 2-я — 932, 8 — 950, 2; 3-я — 785,7 — 730, 8 кг).

Таблица 1

Живая масса и молочная продуктивность подопытных коров

Группа	Живая масса кг	Удой, кг	Жир	
			%	кг
1	591 ± 4,9	7769 ± 56,0	3,7 ± 0,06	286 ± 2,8
2	572 ± 5,9	6793 ± 38,0	3,7 ± 0,12	252 ± 3,2
3	579 ± 2,9	5630 ± 196,1	3,7 ± 0,12	208 ± 4,8
В среднем	581 ± 2,5	6730 ± 63,7	3,7 ± 0,05	249 ± 2,0

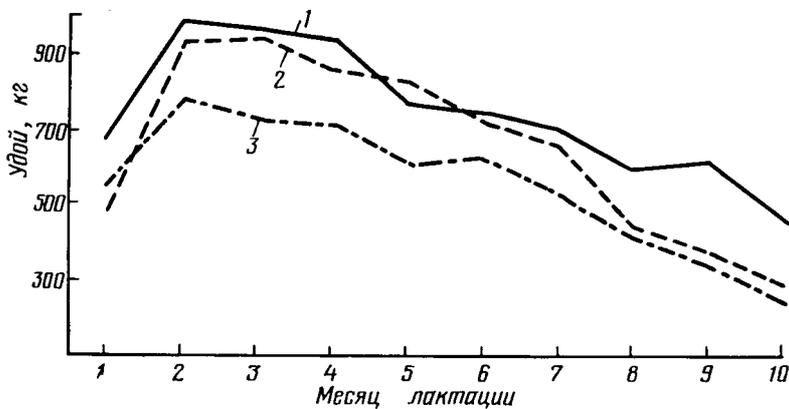


Рис. 1. Лактационные кривые у подопытных коров.
1, 2, 3 — группы животных.

Важно получать высокие удои не только в период интенсивного молокообразования, но и в течение всей лактации. В связи с этим особое внимание следует уделять изучению устойчивости лактационной кривой. Показатель постоянства лактации (отношение удою за 4—6-й месяц лактации к удою за 1—3-й месяц, выраженное в процентах) у коров 1-й группы составил 93,8 %, 2-й и 3-й групп — соответственно 98,4 и 96,3 %. Существует положительная связь между устойчивостью лактационной кривой и молочной продуктивностью. Относительно низкий показатель постоянства лактации у высокопродуктивных коров объясняется неустойчивостью лактационной деятельности. На 5-м месяце лактации удои у них ниже, чем у коров 2-й группы.

Молочная продуктивность коров зависит не только от уровня кормления, но и от сбалансированности рационов. Многие исследователи [8, 10] рекомендуют балансировать рацион по 25—28 показателям (питательным веществам). Такая организация полноценного питания особенно важна для высокопродуктивных коров. Однако балансировать их рационы за счет естественных кормов (включая комбикорма) не всегда удается. Поскольку высокопродуктивные коровы, обладающие мощной молокообразующей системой, незначительно отличаются по живой массе от средне- и низкопродуктивных коров [23], метаболические процессы в их организме при энергетической необеспеченности и несбалансированности рационов направлены на мобилизацию имеющихся в нем резервов, связанных с интенсивным синтезом молока. Неспособность нейроэндокринной системы обеспечить метаболический гомеостаз при избытке в крови НЭЖК, кетоновых тел, мочевины приводит к нарушению обмена веществ у коров и, как следствие, к снижению образования молока. Уменьшение молочной продуктивности высокопродуктивных коров при такой ситуации можно считать одной из защитных реакций организма.

После резкого снижения интенсивности продуцирования молока лактационная кривая у коров 1-й группы вновь повышалась. Суточные удои у них были выше, чем у животных других групп.

Молочная продуктивность коров во многом обусловлена интенсивностью и направленностью обменных процессов. Поскольку эндокринная система оказывает существенное, а в ряде случаев решающее влияние на конституциональный тип животного, его адаптивные и продуктивные качества, представляет интерес изучить функциональную активность желез внутренней секреции у подопытных коров. В использовании питательных веществ корма основную роль играет инсулин.

В течение опытного периода, за исключением 1-го месяца лактации, в крови коров 1-й группы инсулина содержалось меньше, чем у животных других групп. Данный показатель у первых в среднем за период опыта был на 27,3 и 17,8 % меньше, чем соответственно у живот-

ных 2-й и 3-й групп. В пик лактации по сравнению с ее началом содержание инсулина в крови коров 1-й группы резко снизилось (на 50 %). В период интенсивного образования молока коровы 2-й и 3-й групп по уровню инсулина превосходили животных 1-й группы соответственно на 3,4 и 3,0 мк ЕД/мл ($P < 0,05$).

В ранее проведенных исследованиях [13] установлено, что содержание инсулина в крови высокопродуктивных коров в пик лактации было в 2 раза меньше, чем у низкопродуктивных.

Имеющиеся в литературе данные о влиянии введенного в организм коров инсулина на молочную продуктивность разноречивы. Отмечается [18, 20], что инъекция инсулина приводит к повышению удоев и содержания жира в молоке. Указывается также на отсутствие влияния инсулина на синтез жирных кислот [22] и поглощение глюкозы молочной железой.

Исходя из биологической роли инсулина как «сберегающего» гормона можно предположить, что наибольший уровень кормления, а следовательно, достаточное поступление питательных веществ с кормом в пик лактации будут способствовать усилению инсулярной активности поджелудочной железы и резервированию жира, белков, гликогена в организме лактирующих коров. Однако содержание инсулина в крови коров всех групп в первые месяцы лактации было наименьшим. Предполагается, что между молочной железой лактирующих коров, с одной стороны, и жировой и мышечной тканями — с другой, существует конкуренция за обладание глюкозой и другими питательными веществами. Низкое содержание инсулина в крови коров в пик лактации, по-видимому, связано с тем, что в этот период молочная железа наиболее интенсивно поглощает инсулин — 1,4—1,6 мкг в минуту [13].

Низкий уровень инсулина в крови коров в первые месяцы лактации некоторые исследователи [23] объясняют угнетением функциональной активности инсулярного аппарата поджелудочной железы. Так, при введении 0,5 г глюкозы на 1 кг массы [24] или при включении в рацион значительного количества концентратов [28] в начале лактации содержание инсулина в крови коров мало возрастало, в конце лактации инсулярная активность поджелудочной железы повысилась существенно.

В наших опытах уровень инсулина в крови всех подопытных коров с ходом лактации увеличивался и достигал максимума на 8—10-й месяц лактации, что особенно четко проявилось у коров 2-й и 3-й групп.

Повышенная инсулярная активность и увеличение рецепторной чувствительности жировой и мышечной тканей к инсулину в конце лактации обуславливают активное использование пластических и энергетических веществ с целью их резервирования перед отелом и последующей лактацией.

О функциональной активности коры надпочечников — одного из звеньев адаптационной системы организма — мы судили по уровню 11-ОКС в крови коров (табл. 2). В начале лактации содержание 11-ОКС у всех подопытных животных было наименьшим, в дальнейшем этот показатель постепенно возрастал и достиг максимума на 5-м месяце лактации. Повышение функциональной активности коры надпочечников в данный период, по-видимому, объясняется избыточным поступлением белка с пастбищной травой и концентратами при дефиците легкопереваримых углеводов. Следует отметить, что суточный удой коров в рассматриваемый период был достаточно высокий (более 20—25 кг). Для интенсивного продуцирования молока необходимо, чтобы в молочную железу поступало достаточное количество глюкозы. Глюкокортикоиды способствуют глюконеогенезу из белка, в результате увеличивается поступление глюкозы из печени в общий круг кровообращения [12].

Поскольку кора надпочечников подвержена усиленной секреции глюкокортикоидов в периоды наибольшего физиологического напряжения, априори можно было ожидать значительного повышения содержания 11-ОКС в крови во время интенсивного роста плода. Однако кон-

Содержание инсулина и 11-ОКС в крови коров
в течение лактации и в сухостойный период

Месяц лактации	Группа		
	1	2	3
	Инсулин, мк ЕД/мл		
1	8,8±2,29	8,0±2,46	5,2±1,47
2	6,9±1,35	11,1±2,56	11,4±3,78
3	4,4±0,15*	7,8±1,35	7,4±1,40
5	7,3±1,27	9,7±0,77	9,3±1,70
8	12,0±1,05	15,9±2,40	11,8±1,82
10	11,7±1,80	18,8±2,78	15,1±2,73
Сухостойный период	10,6±1,80	13,2±2,76	14,9±4,50
	11-ОКС, мкг%		
1	4,9±0,13	4,7±0,19	5,0±0,25
2	4,9±0,13	5,0±0,17	4,8±0,15
3	5,8±0,14	5,8±0,21	5,7±0,14
5	5,6±0,14	6,4±0,17	6,1±0,21
8	5,6±0,14	5,5±0,15	5,5±0,19
10	5,9±0,18	5,4±0,17	5,5±0,14
Сухостойный период	5,3±0,16	5,2±0,06	5,3 ±0, 7

Примечание. Здесь и в последующих таблицах одной звездочкой обозначена достоверность разности при $P < 0,05$, двумя — при $P < 0,01$, тремя — при $P < 0,001$.

центрация 11-ОКС в крови подопытных животных к концу опыта уменьшалась, особенно в 2-й и 3-й группах. Снижение глюкокортикоидной функции коры надпочечников, вероятно, связано с включением в состав рациона коров достаточного количества кормовой свеклы. На влияние алиментарных факторов на глюкокортикоидную функцию коры надпочечников указывают многие исследователи [25].

Физиологические нормы содержания общего белка в крови коров значительно колеблются. Так, по данным Д. Я. Луцкого и др. [14], содержание общего белка в крови клинически здоровых коров составляет 7,20—8,62 г %, по данным В. И. Волгина и др. [4] — 7,30—9,52 г %. Однако все исследователи отмечают повышенное содержание общего белка в крови высокопродуктивных коров.

В наших опытах содержание общего белка в крови коров 1-й группы в среднем составило 10,7 г %, 2-й—10,5, 3-й—10,4 г %. Относительно высокое содержание общего белка в крови (табл. 3), по-видимому, связано с более интенсивным обменом веществ у высокопродуктивных коров и избыточным поступлением белка с кормами. Концентрация общего белка в крови животных отражает общую обеспеченность организма питательными и пластическими веществами и во многом определяется функцией печени, поскольку в ней синтезируются важнейшие белки плазмы крови. Отмечается также, что у высокопродуктивных коров возможна гиперпротеинемия, чаще всего вызываемая нарушением обмена веществ типа кетоза и связанная с раздражением иммунокомпетентных клеток ретикуло-эндотелиальной системы печени кетоновыми телами [14]. У высокопродуктивных коров в течение всей лактации, за исключением 5-го и 8-го месяцев, кетоновых тел в крови содержалось больше, чем у животных 2-й и 3-й групп.

Динамика содержания общего белка в сыворотке крови подсытных коров за период опыта была практически одинаковой во всех группах, лишь у животных 2-й и 3-й групп на 5-м месяце лактации этот показатель резко снизился (табл. 3). Наибольшее содержание общего белка наблюдалось на 2-м и 3-м месяцах лактации и в сухостойный период.

Основным источником энергии у взрослых животных являются ЛЖК и в первую очередь ацетат, за счет которого восполняется 50—

Содержание общего белка (г%) в крови коров в течение лактации и в сухостойный период

Месяц лактации	Группа		
	1	2	3
1	10,2±0,23	10,8±0,18	10,3±0,33
2	10,6±0,23	10,8±0,13	10,6±0,19
3	11,0±0,37	10,6±0,15	10,6±0,17
5	10,4±0,28	8,9±0,45	8,9±0,71
8	11,0±0,18	10,4±0,28	10,8±0,18
10	10,7±0,20	11,0±0,19	10,9±0,14
Сухостойный период	11,35±0,15	11,4±0,39	11,0±0,33

70 % энергии, расходуемой организмом [17]. Тем не менее потребность в глюкозе у коров, особенно у высокопродуктивных, остается высокой. В пик лактации потребность коров в углеводах настолько велика, что поступление их с кормами не обеспечивает потребность организма. В рационе коров, суточный удой которых составляет 35 кг, должно содержаться 2,5 кг глюкозы [10].

Содержание сахара в сыворотке крови коров 1-й группы в начале лактации достоверно ($P < 0,05$) ниже, чем у животных 3-й группы (табл. 4). Поскольку основными источниками глюкозы являются легкопереваримые углеводы, в состав рациона лактирующих коров должно входить не менее 100—130 г сахара в расчете на 1 корм. ед. и такое же количество, или в 1,5—2 раза больше, крахмала [10]. Содержание сахара в рационах подопытных коров в этот период было значительно ниже и составило 67 г на 1 корм. ед. Снижение содержания сахара у высокопродуктивных коров в начале лактации, вероятно, можно рассматривать как результат несоответствия поступления энергии с кормом и расхода ее на метаболические процессы и образование молока. Некоторое повышение содержания глюкозы в крови высокопродуктивных коров на 3-м месяце лактации, по-видимому, связано с усилением соматотропной функции гипофиза и других гипергликемических гормонов. Низкое содержание сахара в крови является мощным стимулятором секреции СТГ, который обладает сильным гипергликемическим эффектом. В литературе [13] указывается на повышенное содержание гормона роста в крови высокопродуктивных коров, приводящее к усилению обмена веществ и секреции молока. Следует также отметить, что содержание инсулина — основного гормона, способствующего утилизации сахара, в крови коров 1-й группы было достоверно ниже, чем у животных других групп.

По мере затухания лактации и роста плода происходит значительная перестройка гормонального статуса коров. Снижение концентрации сахара к концу лактации может быть вызвано усиленной секрецией инсулина и повышенным резервированием питательных веществ перед отелом и лактацией.

Характер изменения содержания общих липидов (табл. 4) в крови животных всех групп в течение лактации и в сухостойный период был практически одинаковым. Максимум общих липидов наблюдался на 2-м месяце лактации, что, возможно, обусловлено усилением липидного обмена в связи с интенсивным продуцированием молока. Содержание общих липидов в крови на 5-м месяце лактации резко снижалось, к 8-му месяцу — возрастало. К концу лактации и в сухостойный период этот показатель постепенно снижался, различия между группами несущественны.

В наших опытах наиболее высокий уровень НЭЖК (598,4—641,6 мк-экв/л) был зафиксирован в пик лактации (табл. 4). Недостаточное количество энергии в рационах высокопродуктивных коров в период повышенной секреции молока после отела обуславливает мо-

Содержание сахара, общих липидов и НЭЖК в сыворотке крови коров в течение лактации и в сухостойный период

Месяц лактации	Группа		
	1	2	3
Сахар, мг %			
1	48,6±2,47*	48,6±3,01	56,0±0,41
2	50,7±2,69	52,6±2,99	55,0 ±1,98
3	55,0±1,47	51,4 ±2,92	52,3±2,71
5	51,0±1,43	54,1 ±2,64	51,4 ±3,53
8	54,9±3,74	68,9± 12,46	55,6±3,74
10	47,3±2,68	48,7 ±1,67	47,3±1,63
Сухостойный период	51,4±1,51	52,0±6,66	53,6±3,96
Общие липиды мг %			
1	352,9±14,70	342,1±15,30	353,0± 12,45
2	372,0 ±16,31	394,7±20,79	407,0±19,98
3	296,0± 11,42	298,1±7,76	309,1 ±16,90
5	248,6±8,82	264,3±7,24	259,3±4,35
8	366,9±27,74	355,4±20,46	357,7±15,64
10	299,9±5,64	310,0±6,06	297,3±5,88
Сухостойный период	280,3±4,61	288,1 ±3,55	281,0±4,13
НЭЖК, мк-экв/л			
1	599 ±29,9	557±33,8	591±20,7
2	622±31,2	598±29,3	642±16,5
3	572±11,2	545±14,7	539±13,1
5	583±17,3	567±17,1	543±25,4
8	596±25,2	638±36,4	566±40,1
10	592±20,8	596±17,7	574±12,6
Сухостойный период	609±22,0	609±16,0	614±17,2

билизацию жира из депо. У здоровых высокопродуктивных коров повышение уровня НЭЖК в крови является следствием недостаточного поступления легкопереваримых углеводов с кормами. Заметное увеличение уровня НЭЖК в пик лактации, по-видимому, следует рассматривать как результат усиления соматотропной функции гипофиза. Повышенная секреция СТГ в период интенсивного образования молока отмечалась многими исследователями [13, 16]. Имеются также сведения о том, что при введении гормона роста лактирующим коровам удои повышались на 15—30 % [27, 29]. Однако при затухании лактации и увеличении срока стельности содержание НЭЖК оставалось высоким. Количество свободных жирных кислот в крови животных зависит не только от уровня и характера кормления, но и от энергетических потребностей организма, что подтверждается данными об увеличении содержания НЭЖК при напряжении физиологических процессов (пик лактации, глубокая стельность). К концу лактации при интенсивном росте плода возрастает потребность в пластическом и энергетическом материале. Кроме того, происходит существенная перестройка эндокринной системы, усиливается секреция АКТГ, тиреоидных гормонов (тироксина, трийодтиронина), глюкокортикоидов, которые обладают липолитическим эффектом.

Характер изменения содержания холестерина в крови коров разных групп по месяцам лактации и в сухостойный период был практически одинаковым (табл. 5). Различия между группами по содержанию холестерина в крови оказались незначительные. Меньше всего холестерина содержалось в крови коров 3-й группы в течение всей лактации.

Наибольший уровень холестерина отмечен на 3-м месяце лактации, что совпадает с периодом напряжения обменных процессов в связи с интенсивным образованием молока. Холестерин как важный структурный элемент клеточной мембраны участвует в образовании комплексов с белками внутренней митохондриальной мембраны. Исходя из этого можно предположить, что он играет определенную роль

Содержание холестерина и кетоновых тел в крови коров в течение лактации и в сухостойный период

Месяц лактации	Группа		
	1	2	3
Холестерин, мг%			
1	276,1±12,08	284,0 ±23,57	266,6±22,75
2	312,1±10,21	318,7±5,89	280,6±15,98
3	419,7±20,31	443,6±15,82	382,2±17,69
5	332,0±27,84	325,8±25,04	324,7±11,38
8	281,0±18,53	282,7±18,71	255,8±17,30
10	242,6±17,78	238,4 ±17,57	221,8±14,02
Сухостойный период	224,0±19,11	198,8±23,49	208,0±13,53
Кетоновые тела, мг%			
1	11,7±1,66	9,8±1,01	9,5±0,81
2	8,7±2,79	7,0±0,64	6,8±0,46
3	9,6±0,42	8,6±0,25	8,9±0,21
5	8,7±0,77	9,7±0,74	9,3±0,49
8	10,8±0,48	10,8±0,51	10,9±0,73
10	11,5±1,1	11,3±0,69	10,9±0,62
Сухостойный период	12,7±0,69	15,0±0,71	5,0±1,12

в обновлении мембранных липидов молочной железы. Посредством его осуществляется взаимодействие между ферментами липогенеза и предшественниками жира [1]. Из этого следует, что высокий уровень холестерина в крови в пик лактации, вероятно, связан не только с усилением обмена веществ, но и с увеличением количества железистой ткани в вымени после родов.

Поскольку имеются сведения [2, 7] о достаточно четко выраженном влиянии половых гормонов на обмен холестерина, можно заключить, что у коров с нормальной воспроизводительной способностью начало лактации определяется наступлением половых циклов и оплодотворением.

К концу лактации содержание холестерина постепенно снижалось, поскольку в данный период большое количество его идет на синтез стероидных гормонов, а также на интенсивный рост плода.

Нарушение обмена веществ типа кетоза чаще всего связано с изменением уровня и типа кормления или с отклонением гормонального статуса. У высокопродуктивных коров это обусловлено недостаточным поступлением легкопереваримых углеводов с кормами. По данным многих исследователей [14, 21], усиленная секреция молока, особенно в 1-й месяц лактации, нередко приводит к значительному снижению уровня глюкозы в крови, увеличению содержания НЭЖК и кетоновых тел. Гормональная система организма может путем регуляции обмена веществ (посредством глюконеогенеза) в какой-то мере компенсировать дефицит глюкозы, однако направленность и продолжительность такой регуляции организма небеспредельны. Показателем нарушения межточного липидного обмена служит высокий уровень кетоновых тел в крови.

Содержание кетоновых тел (табл. 5) в крови коров всех групп в 1-й месяц лактации было относительно высоким (9,5—11,7 мг% при норме 3—7 мг%). На 2-м месяце лактации оно снизилось до 6,8—8,7 мг%. Это, по-видимому, объясняется тем, что кетоновые тела в пик лактации не только окисляются, но и ресинтезируются в лактирующей железе в высшие жирные кислоты при участии НАДФ-Н₂ [12]. Кроме того, в этот период коровы находились на пастбище, где они постоянно двигались, что способствовало более активной утилизации кетоновых тел. В последующие месяцы лактации их содержание повышалось и достигало максимума (12,7—15,0 мг%) в сухостойный период.

Содержание кальция и неорганического фосфора в сыворотке крови коров в течение лактации и в сухостойный период (мг %)

Месяц лактации	Группа		
	1	2	3
Кальций			
1	11,9±0,13	12,0±0,20	11,8±0,20
2	11,4±0,19	11,5±0,22	11,5±0,22
3	11,6±0,15	11,7±0,11	12,0±0,17
5	11,9±0,40	12,0±0,11	11,9±0,35
8	12,04±0,14	11,7±0,19	11,8±0,32
10	12,1 ±0,36	12,4±0,20	12,6±0,18
Сухостойный период	12,2±0,38	12,7±0,43	12,7±0,29
Неорганический фосфор			
1	4,1 ±0,22	3,8±0,20	4,5±0,22
2	4,2±0,18	4,2±0,13	4,3±0,15
3	4,5±0,19	4,5±0,12	4,7±0,14
5	4,5±0,08	4,8±0,22	4,4±0,18
8	5,0±0,14	4,8±0,08	4,7±0,17
10	4,9±0,16	5,0±0,08	4,9±0,15
Сухостойный период	4,2±0,16	4,4±0,14	4,4±0,09

Различия по содержанию кетоновых тел в крови коров сравниваемых групп были несущественны.

Наблюдается тесная связь между минеральным, белковым, углеводным, липидным и витаминным обменом. При сдвиге одного из звеньев обмена веществ нарушается фосфорно-кальциевый обмен. Содержание кальция и фосфора в сыворотке крови всех групп находилось в пределах физиологической нормы, различия между группами были незначительные (табл. 6). Уровень кальция в крови всех животных в пик лактации несколько снизился, что, по-видимому, обусловлено выведением кальция с молоком и усиленным образованием последнего. В дальнейшем содержание кальция в крови не отличалось от исходного уровня, а в конце лактации и в сухостойный период достигло максимума.

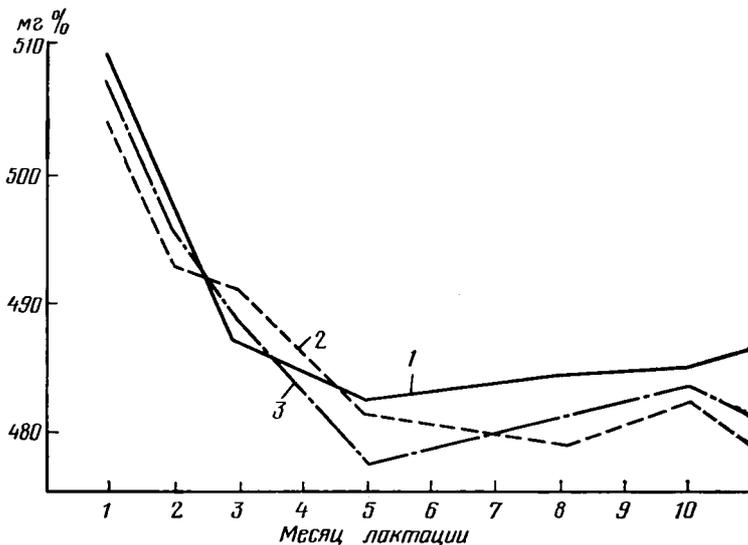


Рис. 2. Кислотная емкость крови у коров во время лактации и в сухостойный период.
1, 2, 3— группы животных.

Характер изменения кислотной емкости крови (рис. 2) у всех подопытных животных был практически одинаковым. Максимум кислотной емкости (504,1—509,8 мг %) отмечен в начале лактации, минимум (480,7—486,1 мг %) — в конце опытного периода. Значительное снижение кислотной емкости крови в последний период стельности коров, вероятно, обусловлено увеличением интенсивности окислительно-восстановительных процессов перед отелом, накоплением кислых продуктов метаболизма плода, а также наличием в рационах кормов с выраженными кислотными свойствами.

Несмотря на значительное снижение, кислотная емкость крови коров всех групп находилась в пределах физиологической нормы. Достоверной разницы по этому показателю между группами не установлено.

Выводы

1. Коровы 1-й группы (средний удой за 305 дней лактации 7769 кг молока) превосходили по уровню молочной продуктивности животных 2-й и 3-й групп (соответственно на 967 и 2139 кг больше, $P < 0,001$).

2. По содержанию жира в молоке коровы разных групп практически не различались. Выход молочного жира у коров 1-й группы был на 33,9 и 85,5 кг больше ($P < 0,001$), чем соответственно во 2-й и 3-й группах.

3. Содержание инсулина в крови коров 1-й группы в течение всей лактации, за исключением 1-го месяца, было ниже, чем у животных других групп. Разность достоверна ($P < 0,05$) лишь в пик лактации.

4. В пик лактации в крови коров всех групп повышалось содержание общего белка, мочевины, липидов, НЭЖК, холестерина и кетоновых тел, а в период глубокой стельности — общего белка. НЭЖК и кетоновых тел (в 2 с лишним раза больше нормы), что свидетельствует о напряжении физиологических процессов.

5. Содержание сахара в крови коров 1-й группы в начале лактации было достоверно ($P < 0,05$) ниже, чем у животных 3-й группы.

6. Характер изменения показателей крови, по которым можно судить о белковом, углеводном, липидном и минеральном обмене, у всех подопытных животных в течение лактации и в сухостойный период не различался.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев А. А. Липидный обмен и продуктивность животных. — М.: Колос, 1980.
2. Антонов М. С. Значение холестерол-белковых комплексов крови в обмене веществ и их связь с половой функцией. — Автореф. канд. дне. М., 1963.
3. Антонова В. Я., Блинова П. Н. Лабораторные исследования в ветеринарии. — М.: Колос, 1971.
4. Волгин В. И., Курьлева Н. И., Олейникова М. П. и др. О методах контроля физиологического состояния и полноценного кормления высокопродуктивных коров в условиях интенсификации молочного животноводства. — Сб. науч. тр. ВНИИРГЖ, вып. 21, Л., 1974, с. 109—116.
5. Георгиевский В. И., Шевелев Н. С. Обмен веществ у лактирующих коров при летнем стойловом и пастбищном содержании. — В кн.: Повышение продукт, жвачных животных. М.: ТСХА, 1984, с. 75—79.
6. Жаров А. В., Кондрахин И. П. Кетоз высокопродуктивных коров. — М.: Россельхозиздат, 1983.
7. Кармолиев Р. Х. Белки и холестерол-белковые комплексы соединения сыворотки крови у крупного рогатого скота. — Автореф. канд. дис. М., 1959.
8. Каркла Л. В., Латвиетис Я. Я. Детализированные нормы кормления и их эффективность. — В кн.: Энергетич. питание с.-х. животных. М.: Колос, 1982, с. 62—66.
9. Клейменов Н., Модянов А., Магомедов М. и др. Детализированные нормы кормления. — Животноводство, 1981, № 8, с. 35—38.
10. Курилов Н. В. Рациональное кормление высокопродуктивных коров при промышленном производстве. — Вестник с.-х. наук, 1978, № 8, с. 44—48.
11. Лебедев П. Т., Усов и ч. А. Т. Методы исследований кормов, органов и тканей животных. — М.: Россельхозиздат, 1969.
12. Лейтес С. М., Лаптева Н. Н. Очерки по патофизиологии обмена веществ и физиологии эндокринной системы. — М.: Медицина, 1967.
13. Лысов В. Ф. Гормональный статус сельскохозяйственных животных. — Казань: Изд-во Каз. вет. ин-та, 1982.
14. Луцкий Д. Я., Жаров А. В., Шишков В. П. и др. Патология обмена веществ у высокопродуктивного крупного рогатого скота. — М.: Колос, 1978.
15. Меньшиков В. В. Флуорометрический метод определения 11-оксикортикостероидов в плазме

- периферической крови (по Ю. А. Панкову, И. Я. Усватовой, 1965). — В сб.: Методы клинической биохимии гормонов и медиаторов. М.: Медицина, 1969. — 16. Мехи А л а в и Э л ь - М и з и а д. Гормональный профиль и некоторые показатели обмена веществ у высокопродуктивных коров холмогорской породы в течение лактации. — Автореф. канд. дис. М., 1977. — 17. На д а л ь я к Е. А., А г а ф о н о в В. И., Р е ш е т о в В. Б. Физиологические основы нормирования энергии в рационах крупного рогатого скота. — В кн.: Энергетич. питание с.-х. животных. М.: Колос, 1982, с. 30—40. — 18. Першин В. А. Влияние инсулина и адренокортикотропного гормона на синтез молочного жира и броодильные процессы в рубце жвачных животных. — Тр. Всесоюзн. с.-х. ин-та заоч. образования, вып. 4, 1961, с. 55—59. — 19. Покровский А. А. Биохимические методы исследований в клинике. — М.: Медицина, 1969. — 20. Слуцкий Л. И. Количественное определение альбумина в сыворотке крови. — Лабораторное дело, 1964, № 9, с. 526—530. — 21. С о л д а т е и к о в П. Ф. Проме-
жточный обмен и продуктивность животных. — М.: Колос, 1976. — 22. Фолли С. Физиология и биохимия лактации. — М.: ИЛ, 1962. — 23. Цюпко В. В. Физиологические основы питания молочного скота. — Киев: Урожай, 1984. — 24. Цюпко В. В., Соловьева Т. Л., Осенев А. В. Методические рекомендации по оценке направления использования питательных веществ у коров. — НИИЖ Лесостепи и Полесья УССР. Харьков, 1981. — 25. Шамберев Ю. Н. Влияние алиментарных факторов на секрецию гормонов у молодняка крупного рогатого скота. — Изв. ТСХА, 1974, вып. 3, с. 167—175. — 26. Эрнст Л. К., Маркова К. В., Семенов Н. П. и др. Долголетнее использование высокопродуктивных коров. — М.: Россельхозиздат, 1970. — 27. F g o n k T. I., P e e l C. I., Bauman D. E. et al.* — J. Anim. Sci., 1983, vol. 57, N 3, p. 699—705. — 28. J e n n y B. F., P o l a n C. E., T h y e F. W. — J. Nutrit., 1974, vol. 104, N 3, p. 379—385. — 29. P e e l C. J., F g o n k T. J., B a u m a n D. E. e t a l. — J. Nutrit. 1982, vol. 112, N 9, p. 1770—1778.

Статья поступила 10 апреля 1986 г.

SUMMARY

Milk production and biochemical blood factors, which indicate protein, carbohydrate, lipid and mineral metabolism, have been studied in high-yielding cows (milk yields higher than 7000 kg).

In lactation peak, the content of total protein, urea, lipids, cholesterine, non-esterified fatty acids, and ketone bodies increases in the blood of high-producing cows, while in the period of deep pregnancy the amount of total protein, non-esterified fatty acids, and ketone bodies becomes brigher, which shows intensification of physiological processes.