

**ИНТЕНСИВНОСТЬ ОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ОРГАНИЗМЕ
ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ**

Е. Н. Иль, магистрант

М. В. Заболотных, доктор биологических наук, профессор

Омский государственный аграрный университет

им. П. А. Столыпина, Омск, Россия

E-mail: leka_lena_94@mail.ru

Ключевые слова: высокопродуктивные коровы, метаболизм, лактация, общий белок, фракции белка, глюкоза, липиды, гликолиз, холестерол

Реферат. Сегодня одной из важных задач животноводства является создание высокопродуктивного, устойчивого стада со стабильным уровнем метаболизма. Развитие интенсивного молочного животноводства создает чрезвычайно опасные условия для организма коровы, поскольку чем больше корова дает молока, тем больше риск того, что в скором времени у нее начнутся проблемы со здоровьем. Высокая молочная продуктивность оказывает большую нагрузку на организм животных, в связи с чем происходит замедление метаболических процессов, что напрямую снижает молочную продуктивность и требует сбалансированного рациона и кормов высокого качества. Увеличение молочной продуктивности часто напрямую связано с нарушением обмена веществ и появлением заболеваний, связанных с превращением значительного количества энергии и питательных веществ корма в молоко. Человек должен не только брать от коровы молоко, но и восполнять пробелы в ее здоровье и иммунной системе. Иммунная система является чрезвычайно сложной многокомпонентной системой и очень чувствительна к воздействию различных факторов. Она является основной опорой в поддержании здоровья коровы и ее продолжительного использования. В настоящее время нарушение иммунитета – это одна из основных причин значительного увеличения количества заболеваний, связанных с нарушением обменных процессов. Снижение естественной резистентности животных чаще всего возникает в результате незначительного влияния факторов, вызванных самой технологией производства продуктов животного происхождения, и неблагоприятных факторов окружающей среды. В решении этих проблем ведущее место занимает улучшение племенных и продуктивных качеств животных.

INTENSITY OF METABOLISM PROCESSES IN HIGH-FERTILITY COWS

E.N., Master-student

Zabolotnyh M.V., Doctor of Biological Sc., Professor

Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russia

Key words: high-fertility cows, metabolism, lactation, crude protein, protein fractions, glucose, lipids, glycolysis, cholesterol.

Abstract. The authors see highly productive, sustainable herd with a stable level of metabolism as one of the important tasks of animal husbandry. The development of intensive dairy farming facilitates extremely dangerous conditions for cows' organism as the more the cow gives milk, the greater the risk is that it will have health problems. High dairy productivity makes a burden on the animals' organisms, which slows down metabolic processes, reduces dairy productivity and requires a balanced diet and high-quality forages. The increase in milk productivity relates to disturbance in metabolism

and diseases caused by conversion of energy and feed nutrients into milk. The authors ide is a human being should not only milk cows, but keep the cows healthy and care of their immune system. The immune system is a complex multi-component system and it is not resistant to various factors. It is the basis in keeping cows healthy and its long-term use. Nowadays, immunity disorder is seen as one of the main reasons for significant increase in the number of diseases related to metabolic disorders. Lower natural resistance of the cattle is mostly caused by the impact of production technology and adverse environmental factors. When solving these problems, the authors focus on facilitating breeding and productive qualities of animals.

Основным толчком для развития сельского хозяйства в наши дни является внедрение последних научных достижений в этой области для обеспечения повышения эффективности сельскохозяйственного производства [1]. Рост молочной продуктивности коров в настоящее время относится к числу основных проблем, которым племенные хозяйства должны уделять большое внимание. Для ремонта стада хозяйства завозят дорогостоящее ценное семя высокопродуктивных зарубежных быков-производителей. В последние годы, чтобы добиться высоких удоев и получить высокопродуктивных животных, применяют скрещивание местного скота с высокоценными производителями зарубежья, учитывая производительные и технологические способности [1, 2]. Это определяется тем фактором, что местный скот биологически устойчив, адаптирован к конкретным условиям, и прилив крови животных иностранного разведения с высоким генетическим потенциалом продуктивности позволяет получить потомство высокого качества. Благодаря такому скрещиванию получают высокопродуктивных животных во многих странах. В результате увеличивается продолжительность использования полученных типов и линий животных. У таких животных обменные процессы в организме протекают ускоренно и затраты на единицу продукции значительно ниже [3]. Продуктивность коров также напрямую зависит от уровня обмена веществ. Протекание обменных процессов оказывает непосредственное влияние на превращение большого количества энергии и питательных веществ корма в молоко [3]. Интенсивность обмена веществ имеет прямую связь с высокой продуктивностью животных и, в свою очередь, под-

держивается поступлением в организм в нормальных соотношениях и в определенных количествах основных питательных веществ с кормами. При недостатке или превышении хотя бы одного из них возникает дисбаланс, что приводит к различным нарушениям. За счет недостатка в рационе высокопродуктивных животных основных элементов происходит снижение микробного синтеза витаминов и белков в микрофлоре рубца [4].

Здоровье высокопродуктивных животных напрямую зависит от количества микроэлементов, поступающих в их организм. Развитие нарушений метаболических процессов в организме высокопродуктивных животных зависит также от несбалансированного рациона и организации кормления. В результате этого 25–30% высокопродуктивных коров преждевременно выбраковываются каждый год, их средний срок эксплуатации составляет 2–3 лактации [5, 6].

Чтобы увеличить продолжительность эксплуатации животных и сохранить здоровье, нам необходимо учитывать физиологические особенности организма высокопродуктивных коров и выяснить причины нарушения обменных процессов.

В связи с этим целью данной работы было изучение уровня обменных процессов в организме высокопродуктивных голштинизированных черно-пестрых коров в период лактации и в сухостойный период.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Наши исследования проводились в Северо-Казахстанской области. Для исследования отобрали 20 голов голштинской породы и разделили на две группы по продуктивности. В первую группу вошли животные

с высокой продуктивностью – от 7000 кг и более, а во вторую группу – все остальные животные с продуктивностью меньше 6999 кг. При отборе животных учитывали происхождение, возраст и дату отела.

Специально для опытных животных был разработан рацион кормления. При составлении рациона учитывали живую массу и продуктивность. В процессе исследования у животных обеих групп отбирали кровь за месяц до отела, утром перед раздачей корма. В крови и ее сыворотке определяли белок, глюкозу, липиды, холестерин, фосфолипиды, минеральные вещества.

Результаты исследования обрабатывали статистически с использованием критерия Стьюдента и непараметрических методов математического анализа. Весь материал исследования получен с помощью использования клинических, лабораторных, биохимических, инструментальных и статистических методов исследования.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По данным исследований видно, что у коров первой группы живая масса по сравнению со второй была больше на 15 кг, а производство молока – на 580,6 кг (табл. 1). По жирности молока группы не уступали друг другу, и средняя жирность молока составила 3,7%. Так как удой молока в первой группе был больше, то и выход молочного жира был выше на 19,5 кг. Молокообразование в начале лактации идет более интенсивно. Высокие суточные надои коровы и первой, и второй группы показали на втором и третьем месяце лактации, т. е. при разгоне лактации в первые 100 дней.

Постоянство лактации является одним из главных показателей, с помощью которого можно охарактеризовать процесс образования молока [6]. Он определяется в процентах путем отношения надоя молока за 4–6 месяцев лактации к надоям молока за 1–3-й месяцы. У животных первой группы данный показатель составил 100,9, второй – 108,7%. По показателю постоянства лактации животные с низкой продуктивностью превосходили животных с высокой продуктивностью, поскольку удой на пятом месяце лактации был больше у животных второй группы, и это сказалось на коэффициенте лактации. Во второй группе удои начали снижаться на пятом и шестом месяцах лактации, но у животных первой группы удои в этот период были на одном уровне и составили 813 и 810 кг. Показатели живой массы и удоя коров представлены в табл. 1.

Молочная продуктивность имеет непосредственную связь с обменными процессами в организме. Результат биохимического анализа крови дает нам развернутую картину о том, правильно ли протекают обменные процессы в организме коровы. Так, при нарушении протекания обмена веществ концентрация общего белка в крови коров изменяется [6, 7]. У здоровых животных уровень общего белка находится в пределах от 72 до 86 г/л. По показателем общего белка в крови можно оценить протекание физиологических процессов в организме животного и общую обеспеченность организма питательными и пластическими веществами, которая в значительной степени определяется функцией печени, так как она синтезирует самые важные сывороточные белки.

По результатам анализа крови было выявлено, что у животных с высокой молочной

Таблица 1

Показатели живой массы и удоя коров
Live weight and milk yield parameters

Показатели	Первая группа	Вторая группа
Живая масса, кг	585,4±1,8	570,4±1,2
Удой, кг	7300,1±38,8	6719,5±48,5
МДЖ, %	3,70±0,01	3,70±0,01
МДЖ, кг	269,14±1,51	249,63±1,62

продуктивностью содержание белка в крови было повышенным – в среднем $80,2 \pm 0,5$ г/л, что можно объяснить более интенсивным протеканием обменных процессов. В период интенсивного молокообразования, который приходился на третий месяц лактации, и в сухостойный период содержание белка в крови у экспериментальных животных было самым высоким. Когда у опытных коров в крови концентрация общего белка увеличивалась или уменьшалась, изменялась одна или несколько белковых фракций. В сухостойный период у животных происходило увеличение содержания альбумина и γ -глобулинов. Коэффициент А/Г был в пределах от 0,70 до 0,75.

При протекании лактации в организме животного физиологическая активность всех функций увеличивается, в связи с чем повышается активность ферментов переаминирования. В первый, второй и пятый месяц лактации отмечено увеличение активности аспаратаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы. У опытных животных первой группы показатель аспаратаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы в крови варьировал от $62,49 \pm 1,51$ до $65,44 \pm 1,35$ ЕЕ/л в период начала лактации и от $28,96 \pm 1,45$ до $31,60 \pm 1,12$ к концу лактации, второй группы – от $59,76 \pm 0,83$ до $61,74 \pm 0,88$ в начале лактации и от $29,50 \pm 1,61$ до $31,65 \pm 1,52$ ЕЕ/л к концу лактации соответственно.

Важный источник энергии для жвачных – это летучие жирные кислоты, а уксусная кислота (CH_3COOH) является метаболитом всех

полезных бактерий кишечника, благодаря которой пополняется 50–70% энергии, потребляемой организмом [7, 8]. В период лактации увеличивается потребность в углеводах, но рацион животных не всегда восполняет эту потребность, в связи с чем мы должны обеспечить животных сбалансированным рационом, и при суточном удое 30–35 кг сахара они должны получать не менее 2,5 кг [8].

Нашими исследованиями было доказано, что энергия, которая не поступает в нужном количестве с кормами в организм, снижает уровень глюкозы и влечет за собой снижение метаболических процессов и образования молока в первый месяц лактации. Увеличение уровня глюкозы наблюдается в третий месяц лактации. Это можно объяснить тем, что в этот период усиливается функция гипофиза и действие гипергликемических гормонов.

В то время когда кончается лактация и заканчивается рост плода, у коров изменяется гормональный фон, увеличение выработки инсулина влечет за собой резкое падение количества глюкозы в крови [8, 9]. Биохимические показатели крови опытных животных представлены в табл. 2.

Анализ сыворотки крови показал, что у опытных животных происходят изменения метаболитов липидного обмена в период сухостоя, а также на протяжении лактации вследствие усиления липидного обмена из-за интенсивного лактогенеза. В первой группе показатели общего содержания липидов на протяжении всех меся-

Таблица 2

Биохимические показатели крови опытных животных, г/л
Biochemical blood parameters of experimental animals, g/l

Месяц лактации	Общий белок	Альбумины	α -глобулины	β -глобулины	γ -глобулины	А/Г
1	$79,2 \pm 0,5$	$31,0 \pm 0,2$	$12,9 \pm 0,2$	$9,2 \pm 0,2$	$26,0 \pm 0,2$	0,69
	$78,0 \pm 0,4$	$33,5 \pm 0,4$	$12,0 \pm 0,3$	$9,1 \pm 0,1$	$25,8 \pm 0,3$	0,72
3	$82,3 \pm 0,4$	$34,1 \pm 0,2$	$12,5 \pm 0,2$	$9,9 \pm 0,1$	$25,9 \pm 0,1$	0,75
	$81,3 \pm 0,3$	$33,3 \pm 0,5$	$12,1 \pm 0,1$	$9,5 \pm 0,2$	$25,5 \pm 0,3$	0,74
5	$78,3 \pm 0,5$	$33,0 \pm 0,5$	$11,7 \pm 0,2$	$9,0 \pm 0,1$	$24,9 \pm 0,4$	0,76
	$79,7 \pm 0,6$	$33,1 \pm 0,3$	$11,4 \pm 0,4$	$8,9 \pm 0,6$	$25,3 \pm 0,2$	0,75
10	$80,3 \pm 0,6$	$32,6 \pm 0,2$	$11,8 \pm 0,1$	$9,6 \pm 0,2$	$25,7 \pm 0,3$	0,77
	$78,6 \pm 0,4$	$31,7 \pm 0,2$	$11,5 \pm 0,2$	$9,3 \pm 0,2$	$25,2 \pm 0,1$	0,78
Сухостойный период	$84,0 \pm 0,5$	$36,5 \pm 0,4$	$12,5 \pm 0,2$	$9,9 \pm 0,1$	$26,7 \pm 0,1$	0,74
	$81,3 \pm 0,6$	$35,6 \pm 0,5$	$13,0 \pm 0,2$	$10,1 \pm 0,3$	$26,3 \pm 0,3$	0,70

цев лактации были в пределах $5,55 \pm 0,04$, но в сухостойный период снизились до $4,70 \pm 0,01$ г/л.

Холестерол – основной источник образования гормонов. Благодаря ему происходит обновление мембранных липидов в молочной железе вымени коров [10]. Из этого можно сделать вывод, что при интенсивном молокообразовании уровень холестерина увеличивается, это связано с обменом веществ и с тем, что после отела происходит увеличе-

ние количества железистой ткани в вымени. Показатели жирового обмена у высокопродуктивных коров представлены в табл. 3.

Было выявлено снижение холестерина на десятом месяце лактации и в сухостойный период. Это можно объяснить тем, что у коров происходит интенсивный рост плода, и расход холестерина увеличивается на синтез стероидных гормонов.

У высокопродуктивных животных часто происходят нарушения кальциево-фосфорно-

Таблица 3

Показатели жирового обмена у высокопродуктивных коров
Indicators of fat metabolism in highly-productive cows

Месяца лактации	Общие липиды, г/л	Холестерол, г/л	Фосфолипиды, ммоль/л
<i>Первая группа</i>			
1	$6,35 \pm 0,02$	$2,11 \pm 0,06$	$2,8 \pm 0,07$
3	$5,55 \pm 0,04$	$2,80 \pm 0,05$	$2,55 \pm 0,08$
5	$5,30 \pm 0,07$	$3,15 \pm 0,02$	$2,85 \pm 0,05$
10	$5,00 \pm 0,03$	$2,78 \pm 0,01$	$2,06 \pm 0,04$
Сухостойный период	$4,70 \pm 0,01$	$2,87 \pm 0,07$	$1,96 \pm 0,06$
<i>Вторая группа</i>			
1	$6,00 \pm 0,05$	$2,9 \pm 0,05$	$2,01 \pm 0,03$
3	$5,7 \pm 0,03$	$2,79 \pm 0,08$	$2,64 \pm 0,13$
5	$5,29 \pm 0,01$	$2,98 \pm 0,03$	$2,79 \pm 0,21$
10	$4,80 \pm 0,05$	$3,01 \pm 0,09$	$2,57 \pm 0,8$
Сухостойный период	$4,63 \pm 0,02$	$2,53 \pm 0,02$	$2,73 \pm 0,05$

го обмена, что приводит к серьезным последствиям [11]. По результату анализа крови, у двух опытных групп показатели фосфора и кальция находились на одном уровне – в среднем $2,36$ ммоль/л, а в сухостойный период достигли максимума – $2,40 \pm 0,08$ ммоль/л. На третьем месяце лактации по сравнению с первым месяцем показатель кальция снизился у первой группы на $0,06$ и второй – на $0,05$ ммоль/л, поскольку в этот период усиливается выведение кальция с молоком у животных. Фосфорная кислота играет большую роль в обменных процессах у животных. Так как фосфор входит в состав нуклеиновых кислот, фосфорилирование обеспечивает кишечную адсорбцию, метаболизм аминокислот, гликолиз, прямое окисление углеводов и транспорт липидов. У животных его содержание увеличилось в первой группе в начале лактации с $1,51$ до $1,86$ и второй – с $1,48$ до

$1,77$ ммоль/л, но в период стельности находилось в норме.

ВЫВОДЫ

1. Метаболические изменения в различные физиологические периоды (стельность, лактация и т.д.) изменялись и влекли за собой различные изменения в биохимическом составе молока и крови. Эти зависимости дают возможность для коррекции продуктивности животных в целях получения высококачественной продукции.

2. Период стельности повлек за собой увеличение количества общего белка, альбуминов, γ -глобулинов, кальция и неорганического фосфора, это доказывает, что все процессы организма животного в период стельности работают в загруженном режиме.

3. Метаболические нарушения у коров сопровождались снижением концентрации

кальция, фосфора, изменениями метаболитов липидного обмена в крови. Это все указывает на средний уровень метаболизма у исследованных дойных коров, так как для них характерен интенсивный обмен веществ.

4. В организме происходит замещение микрофлоры, генерирующей пропионовую кислоту и различные формы кобаламина, на микроорганизмы, вырабатывающие уксусную, масляную или молочную кислоты. Последние при этом не только не могут продуцировать витамин В₁₂, но и закисляют содержимое преджелудков (ацидоз рубца), тормозя жиз-

недеятельность микрофлоры, генерирующей этот витамин.

5. Усиливается катаболизм пуриновых мононуклеотидов, сопряженный с чрезмерной продукцией ксантинооксидазой активных кислородных метаболитов, повреждающих мембранные структуры клеток, и способствующий развитию полиорганной недостаточности. Из-за этого развиваются метаболические нарушения, что приводит к нарушению обмена веществ с последующим прогрессирующим снижением продуктивности, развитием полиорганной недостаточности, приводящими к преждевременной выбраковке коров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Курилов Н. В., Короткова А. П. Физиология и биохимия пищеварения жвачных: учеб. пособие. – М.: Колос, 2014. – 432 с.
2. Наумова А. А., Шеховцова Т. А. Влияние минерального питания на обмен веществ дойных коров // Вестн. Курск. ГСХА. – 2014. – № 3. – С. 59–61.
3. Конвай В. Д. Метаболические нарушения у высокопродуктивных коров / В. Д. Конвай, М. В. Заболотных // Вестн. Ом. гос. аграр. ун-та. – 2017. – № 3 (27). – С. 130–136.
4. Быкова О. А. Рубцовое пищеварение сухостойных коров при включении в рацион сапропеля и сапроверма «Энергия Еткуля» // Кормление с.-х. животных. – 2015. – № 4. – С. 66–70.
5. Лешонок О. И. Влияние наследственных факторов на молочную продуктивность коров-первотелок уральского типа // Агропродовольственная политика России. – 2014. – № 4. – С. 33–35.
6. Механизмы развития метаболических нарушений у высокопродуктивных коров / В. Д. Конвай [и др.] // Вестн. Ом. гос. агр. ун-та. – 2013. – № 1 (9). – С. 59–63.
7. Таганович А. Д. Патологическая биохимия / А. Д. Таганович, Э. И. Олецкий, И. Л. Котович. – М.: Бином, 2015. – 448 с.
8. Зеленина О. В. Биохимические показатели сыворотки крови коров в летний период / О. В. Зеленина, Л. В. Пузачев // С.-х. науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. – 2015. – № 9. – С. 8–13.
9. Евлевский А. А., Турнаев С. Н., Тарасов В. Ю. Проблемы обеспечения здоровья высокопродуктивных коров в промышленном животноводстве и практические пути ее решения // Вестн. Курск. ГСХА. – 2017. – № 4. – С. 26–30.
10. Горелик В. С. Молочная продуктивность коров в зависимости от происхождения // Молодой ученый. – 2014. – № 9. – С. 88–91.
11. Hachenberg S., Weinkauff C. Evaluation of classification modes potentially suitable to identify metabolic stress in healthy dairy cows during the peripartur period // J. Anim. Sci. – 2017. – Vol. 10. – P. 85–88.

REFERENCES

1. Kurilov N. V., Korotkova A. P. *Fiziologiya i biokhimiya pishchevareniya zhvachnykh*: ucheb. posobie, M.: Kolos, 2014. – 432 p.
2. Naumova A. A., Shekhovtsova T. A. Vliyanie mineral'nogo pitaniya na obmen veshchestv doinykh korov, *Vestn. Kursk. GSKhA*, 2014, No. 3, pp. 59–61. (In Russ.)
3. Konvai V. D., Zabolotnykh M. V. Metabolicheskie narusheniya u vysokoproduktivnykh korov, *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017, No. 3 (27), pp. 130–136. (In Russ.)
4. Bykova O. A. Rubtsovoe pishchevarenie sukhostoinykh korov pri vkluyuchenii v ratsion sapropelya i saproverma «Energiya Etkulya», *Kormlenie s. – kh. zhivotnykh*, 2015, No. 4, pp. 66–70. (In Russ.)

5. Leshonok O.I. Vliyanie nasledstvennykh faktorov na molochnuyu produktivnost» korov-pervotelok ural'skogo tipa, *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii*, 2014, No. 4, pp. 33–35. (In Russ.)
6. Konvai V.D. Mekhanizmy razvitiya metabolicheskikh narushenii u vysokoproduktivnykh korov, *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2013, No. 1 (9), pp. 59–63. (In Russ.)
7. Taganovich A.D., Oletskii E.I., Kotovich I.L. *Patologicheskaya biokhimiya*, M.: Iz-vo Binom, 2015, 448 p.
8. Zelenina O.V., Puzachev L.V. Biokhimicheskie pokazateli syvorotki krovi korov v letnii period, *S. – kh. nauki i agropromyshlenniy kompleks na rubezhe vekov*, 2015, No. 9, pp. 8–13. (In Russ.)
9. Evglevskii A.A., Turnaev S.N., Tarasov V. Yu. Problemy obespecheniya zdorov'ya vysokoproduktivnykh korov v promyshlennom zhivotnovodstve i prakticheskie puti ee resheniya, *Vestn. Kursk. GSKhA*, 2017, No. 4, pp. 26–30. (In Russ.)
10. Gorelik V.S. Molochnaya produktivnost» korov v zavisimosti ot proiskhozhdeniya, *Molodoi uchenyi*, 2014, No. 9, pp. 88–91. (In Russ.)
11. Hachenberg S., Weinkauff C. Evaluation of classification modes potentially suitable to identify metabolic stress in healthy dairy cows during the peripartal period, *J. Anim. Sci.*, 2017, pp. 85–88.