

ПРОДУКТИВНОСТЬ И БИОХИМИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ КРОВИ ПЕРВОТЕЛОК ПРИ ПОВЫШЕНИИ УРОВНЯ КОРМЛЕНИЯ

Е.Ю. ЦИС, В.М. ДУБОРЕЗОВ, Р.А. РЫКОВ

(Федеральный исследовательский центр животноводства –
ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста)

Высокая продуктивность и долголетие животных – основные задачи в современном молочном скотоводстве. Коровы-первотелки, помимо высоких удоев, должны еще и увеличивать свою массу тела. В силу своих физиологических особенностей они не могут потреблять большое количество объемистых кормов, а следовательно, обеспечить себя энергией и питательными веществами на потенциальную продуктивность. Один из путей решения данной проблемы – повышение уровня кормления первотелок за счет концентратов. Оценку соответствия уровня кормления уровню продуктивности и состоянию здоровья животного провели методом изучения обменных процессов с помощью биохимических маркеров сыворотки крови. Исследования проведены в Московской области в течение 150 дней на 36 коровах-первотелках, сформированных по принципу групп-аналогов в 3 группы по 12 гол. в каждой. Контрольная группа получала рацион, сбалансированный по детализированным нормам на годовую продуктивность 8–9 тыс. кг молока за лактацию. Вторая опытная группа получала рацион с повышенным содержанием обменной энергии на 7,8% и сырого протеина на 8,2% от потребности, третья группа – на 15,1% и 16,4% соответственно, за счет дополнительного скармливания адресного белково-витаминно-минерального концентрата. Исследованиями отмечено, что повышение уровня кормления позволило увеличить живую массу первотелок на 5,6% и 6,8% и среднесуточный удой на 6,4 и 9,6% по сравнению с контролем и не оказало отрицательного влияния на характер обмена веществ. Все показатели белкового, липидного, углеводного и минерального обмена находились в пределах референсных значений. Содержание альбуминовой фракции в сыворотке крови коров-первотелок опытных групп составило 39,7 и 39,5% от содержания общего белка, тогда как в контроле – 36%. Достоверное повышение содержания альбуминовой фракции на 5,12% ($p = 0,04$) во второй опытной группе и на 7,24% ($p = 0,01$) в третьей опытной группе, с одновременным снижением содержания общего белка, характеризует более высокую интенсивность биосинтетических процессов, происходящих в организме, связанных с повышенным молокообразованием. Показатели минерального обмена также находились в пределах физиологической нормы. Повышение содержания магния у коров третьей опытной группы связано с повышением его уровня в рационе первотелок. Увеличение активности щелочной фосфатазы указывает на повышение функциональной деятельности печени, что также связано с образованием молока.

Ключевые слова: коровы-первотелки, рацион, уровень кормления, обмен веществ, биохимические маркеры, молокообразование.

Введение

Нередко адаптация высокопродуктивных животных к условиям содержания и кормления, испытываемая в различные физиологические периоды, сопровождается метаболическими и эндокринными изменениями в организме и в работе внутренних органов, что приводит к ухудшению состояния здоровья. При этом частота

возникновения заболеваний, связанных с нарушениями обменных процессов в начале лактации, по данным ряда авторов, составляет от 25 до 39% [1, 4]. Животные не могут полностью реализовать генетический потенциал, а снижение продуктивности и затраты на их лечение оказывают непосредственное влияние на рентабельность производства молока [6, 7; 16]. Особенно это выражено в послелетельный период у первотелок при переходе с низкопитательного сухостойного рациона на рацион с высокой питательностью для лактирующих коров.

В ходе исследований установлено, что повышенный уровень кормления первотелок способствовал скорейшей их адаптации, и это отразилось на повышении продуктивности [3]. Однако высокие удои иногда происходят в ущерб здоровью животных, и на данное обстоятельство необходимо обращать внимание. В связи с этим изучению состояния обменных процессов с помощью биохимических маркеров сыворотки крови отводится важная роль [1–11].

На современных животноводческих комплексах с полной или частичной автоматизацией производственных процессов для мониторинга состояния здоровья коров используется специальное оборудование с программным обеспечением. С его помощью можно отслеживать поведенческие (физическая активность, время нахождения у кормового стола), физиологические (время приема пищи, оценка температуры тела) параметры состояния организма и уровень продуктивности животного [15]. Тем не менее использование технологического оборудования и получение сведений о характере поведения животных не раскрывают в полной мере состояние метаболических процессов и не позволяют своевременно, до проявления клинических признаков заболевания, диагностировать нарушения обмена веществ. Основными маркерами, позволяющими судить о точном состоянии обмена веществ в организме и функционировании внутренних органов, является лабораторное исследование сыворотки крови [5].

Цель исследований: изучение влияния повышенного уровня кормления на продуктивность и состояние обмена веществ у коров-первотелок.

Материал и методы исследований

Научно-хозяйственный опыт проведен в племенном хозяйстве АО «Наро-Осановский» (Московская область) на коровах-первотелках в условиях типовой молочно-товарной фермы на 400 мест с привязным содержанием животных. Руководствуясь методикой проведения научных и производственных исследований в животноводстве [9], для эксперимента сформировали 3 группы животных по 12 гол. в каждой с учетом живой массы, возраста, предполагаемой даты отела.

Рацион животных контрольной группы, применяемый во время исследований, разработан нами с учетом фактической зоотехнической оценки используемых кормов в соответствии с детализированными нормами потребностей молочного скота на удой 8–9 т молока за лактацию [12]. Основной рацион включал в себя силос кукурузный, сенаж многолетних трав, сено злаковое, дробину пивную. Комбикорм, состоящий из фуражного зерна (кукуруза, ячмень, пшеница), шротов (подсолнечного, рапсового), фосфатов, поваренной соли и премикса, готовили в хозяйстве по адресному рецепту. Состав премикса рассчитан согласно детализированным нормам на удой в 28 кг молока по дефициту в рационе минеральных веществ (сера, магний, марганец, цинк, медь, кобальт, йод, селен) и витаминов (А, D, Е). В рационе контрольной группы содержалось 211,6 МДж обменной энергии и 3123 г сырого протеина. Для животных второй и третьей опытных групп дополнительно к основному рациону скармливали

адресный (производство – ООО «Инвар», Россия) БВМК (белково-витаминно-минеральный концентрат) – 1 и 2 кг/гол/сут. соответственно. Это обеспечило повышение обменной энергии и сырого протеина в рационе второй опытной группы до 226,5 МДж и 3362 г (на 7,0 и 7,6%), в рационе третьей опытной группы – до 241,4 МДж и 3601 г (на 14,1 и 15,3%).

Началу учетного периода продолжительностью 150 дней предшествовал предварительный период: с момента отела по 7-й день лактации для постепенного перевода животных на более высокий уровень кормления.

В конце эксперимента у животных, не имеющих клинических признаков заболеваний, связанных с нарушением метаболических процессов, была взята кровь для исследований из хвостовой вены за 2 ч до кормления.

Интенсивность и направленность обменных процессов в организме подопытных животных изучены на основании отдельных биохимических маркеров сыворотки крови в отделе физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста на автоматическом биохимическом анализаторе Erba XL-640 по общепринятым методикам. В сыворотке крови определяли следующие биохимические маркеры: содержание общего белка, альбуминов, глобулинов; активность трансаминаз, щелочной фосфатазы; содержание мочевины и креатинина, глюкозы, холестерина, кальция, фосфора, магния.

Полученный в исследовании цифровой материал подвергнут биометрической обработке с использованием метода дисперсионного анализа (ANOVA). При этом вычислены следующие величины: среднеарифметическая (M), среднеквадратическая ошибка ($\pm m$) и уровень значимости (p). Результаты исследований считали достоверными при уровне значимости не менее 95%; $p < 0,01$ и $p < 0,05$. При $p < 0,1$, но $p > 0,05$ наблюдается тенденция достоверности полученных данных.

Результаты и их обсуждение

Повышение уровня кормления первотелок положительно сказалось на приростах живой массы и удоях молока. В частности, по сравнению с первоначальной после отела массой тела животные второй опытной группы увеличили ее на 5,6%, животные третьей группы – на 6,8%, в то время как в контроле масса животных увеличилась на 3,8% и составила к концу опыта 545 кг. Среднесуточный удой во второй опытной группе составил 27,8 кг, в третьей – 28,6 кг, что выше показателя контрольной группы на 6,4 и 9,6% соответственно.

Более высокая продуктивность в опытных группах не отразилась на состоянии здоровья животных. Биохимические исследования крови показали, что все показатели белкового, липидного, углеводного и минерального обмена находились в пределах референсных значений.

Белковый обмен. Обеспеченность организма коров-первотелок по белку при разном уровне кормления оценивали по совокупности биохимических маркеров. Прежде всего следует отметить, что полученные данные по всем подопытным животным находились в пределах референсных значений, что указывает на нормальное протекание белкового обмена (табл. 1).

Несмотря на то, что уровень белка в рационах коров опытных групп был повышен, содержание общего белка в крови оказалось несколько ниже, чем в контрольном варианте, и находилось в пределах от 79,10 до 81,13 г/л. Это косвенно свидетельствует об отсутствии белкового перекорма и улучшении процесса всасывания питательных веществ в желудочно-кишечном тракте.

Биохимические маркеры белового обмена первотелок

Показатель	Физиологи-ческая норма	Группа		
		Первая кон-трольная	Вторая опытная	Третья опытная
Общий белок, г/л	70–92	82,93±2,18	79,10±2,93	81,13±1,35
А/Г, ед.	0,4–0,9	0,57±0,02	0,66±0,03*	0,65±0,02*
Альбумин, г/л	25–36	29,90±0,45	31,43±0,49*	32,07±0,37**
Глобулин, г/л	40–64	53,03±1,97	47,66±2,80*	49,07±1,47*
АЛТ, МЕ/л	12–35	30,57±1,21	31,40±2,68	30,77±1,58
АСТ, МЕ/л	46–108	72,30±15,86	72,00±12,87	68,73±8,33
Креатинин, мкмоль/л	55,8–177	77,59±9,55	81,87±4,23	84,25±2,97
Мочевина, ммоль/л	2,3–7,1	5,64±0,76	5,34±0,96	4,87±0,42

Примечание. Достоверно при **p < 0,01; *p < 0,05; †p < 0,10.

В зависимости от выполняемых функций в сыворотке крови выделяют около 200 различных белков, синтез которых активно протекает во всех органах и тканях. При этом основную массу сухого остатка составляют простые белки: альбумины и глобулины. Альбуминовая фракция белка способна поглощать липофильные вещества, в связи с чем ее принято считать хорошим транспортером билирубина, высокомолекулярных жирных кислот, витаминов, минеральных веществ [2]. Альбумины выполняют также функцию резервного депо аминокислот для синтеза других специфических белков организма при их дефиците в определенные физиологические периоды лактирующих коров [4].

Содержание альбуминовой фракции в сыворотке крови коров-первотелок опытных групп составило 39,7 и 39,5% от содержания общего белка, тогда как в контрольном варианте – на уровне 36,0%. Достоверное повышение содержания альбуминовой фракции на 5,12% (p = 0,04) происходило во второй опытной группе, на 7,26% (p = 0,01) – в третьей с одновременным снижением содержания общего белка, что свидетельствует о повышенном его расходе на молокообразование в период раздоя первотелок, где в опытных группах дополнительно получено молока больше на 6,1% (вторая группа) и 11,0% (третья группа). При этом достоверная тенденция снижения глобулиновой фракции (p = 0,09) у животных опытных групп косвенно указывает на высокую интенсивность обменных процессов.

Белковый индекс, характеризующий состояние синтеза белков печенью, у коров-первотелок, получавших повышенный уровень кормления, оказался выше значений животных контрольной группы на 17,44%, или на 0,09 ед. (p = 0,04) во второй опытной группе и на 15,87%, или на 0,08 ед. (p = 0,02), – в третьей. Это характеризует более высокую интенсивность биосинтетических процессов, происходящих в организме.

Большая часть сырого протеина в рубце жвачных животных становится объектом гидролиза, и в результате трансаминирования, дезаминирования и других реакций освобождается значительное количество аммиака. Мочевина является конечным

продуктом азотистого обмена у жвачных, а также продуктом нейтрализации аммиака в реакциях орнитинового цикла, протекающего в печени [6]. Необходимо учитывать, что при избыточном количестве протеина в рационе содержание мочевины в сыворотке крови будет более высоким. В наших исследованиях повышение уровня протеина в рационе животных опытных групп не привело к увеличению мочевины, а наоборот, отмечено снижение ее уровня на 5,6% во второй и на 13,65% – в третьей группах, что косвенно свидетельствует об усилении биосинтезирующих процессов в рубце коров.

Количество мочевины в крови обуславливается не только количеством потребляемого сырого протеина, но и энергией, от которой зависит скорость его расщепления в организме. Достоверное повышение альбуминовой фракции с одновременным снижением содержания мочевины свидетельствует об оптимальном энерго-протеиновом отношении в рационе.

Ферменты переаминирования – аминотрансферазы АсАТ (аспартатамино-трансфераза) и АлАТ (аланинаминотрансфераза) – являются индикаторными ферментами. Специфическим маркером функционального состояния печени является АлАТ, сердечно-сосудистой системы – АсАТ [10]. Под воздействием химических реакций, протекающих внутри клеток, данные ферменты способствуют передаче аминокрупп между аминокислотами и кетокислотами, в результате чего организм получает необходимые вещества и энергию [12, 14]. В исследованиях М.О. Омарова и А.А. Даниловой (2022) отмечено, что для упомянутых трансфераз характерно колебание в пределах нормы, однако при скармливании высококонцентратного рациона ими установлено повышение уровня АлАТ выше физиологической нормы. Это указывает на нарушение работы печени вследствие ее интоксикации продуктами метаболизма – в частности, аммиаком.

В наших исследованиях повышение уровня кормления за счет увеличения концентратов не привело к повышению содержания аминотрансфераз в сыворотке крови, что свидетельствует об отсутствии напряженности обменных процессов и нормальной работы печени.

Креатинин является одним из конечных продуктов азотистого обмена и образуется из белка креатина. Как и мочевина, уровень креатинина отражает состояние белкового обмена в организме животных и характеризует работоспособность почек. В.М. Холод и соавт. (2019) сообщают, что «...на данный биохимический показатель оказывает влияние объем мышечной массы и уровень кормления, поскольку он образуется в основном в результате биотрансформации креатина в скелетных мышцах, то объем его синтеза прямо пропорционален общей мышечной массе и интенсивности обменных процессов, происходящих в ней» [13]. В наших исследованиях у животных второй и третьей опытных групп среднесуточный объем образования креатинина имеет некоторое увеличение: 81,77 и 84,25 мкмоль/л против 77,59 мкмоль/л в контроле, что согласуется с данными о валовом приросте живой массы на 13,49% (вторая группа) и 14,35% (третья группа) и интенсивностью белкового обмена.

С.В. Николаев (2021) считает, что по концентрации мочевины относительно уровня креатинина можно диагностировать нарушения в работе печени и почек. При повышении концентрации креатинина (свыше референсных значений) концентрация мочевины увеличивается в результате нарушения фильтрующей способности почек [9]. В наших исследованиях отмечено снижение уровня мочевины при относительно увеличении уровня креатинина, что свидетельствует об отсутствии патологии работы почек и печени.

Углеводный и жировой обмен. Основным биохимическим маркером углеводного обмена является уровень глюкозы в сыворотке крови, которая является энергетическим источником всех обменов, протекающих в организме. Снижение ее уровня

относительно нижней границы референсных значений встречается при несбалансированности рациона, дефиците углеводов, заболеваниях печени, почек. Повышение содержания глюкозы наблюдается при избытке в рационе углеводистых кормов, нарушении гормональной деятельности щитовидной железы. Данные наших исследований свидетельствуют о том, что уровень глюкозы соответствовал нормальному протеканию углеводного обмена, то есть обеспечивал потребности организма для синтетической деятельности клеток, необходимой для расщепления питательных веществ до лабильных продуктов, происходящих в процессе гидролиза (табл. 2).

При очень обильном кормлении у коров наблюдается синдром жирной печени. В этом случае отмечается гипохолестеринемия, то есть резкое снижение содержания холестерина в сыворотке крови. Данные других исследований свидетельствуют о том, что существует корреляционная связь между содержанием холестерина и уровнем молочной продуктивности [6]. В работе В.М. Захарова и В.И. Максимова (2021) говорится о том, что холестерин играет важную роль в обновлении мембранных липидов молочной железы. Таким образом, содержание холестерина указывает на интенсивность обменных процессов и увеличение железистой ткани в вымени. Судя по данным, полученным в результате эксперимента, при повышении уровня кормления в опытных группах содержание холестерина изменилось незначительно. Некоторое понижение уровня холестерина, по нашему мнению, связано с тем, что дополнительно введенная с рационом энергия потрачена на производство молока.

Минеральный обмен. Физиологическое значение минеральных веществ заключается в том, что они являются обязательными структурными компонентами всех органов и тканей организма и участвуют практически во всех обменных процессах. Наиболее важное значение среди макроэлементов имеют кальций и фосфор. Они являются жизненно необходимыми элементами костной ткани, входят в состав молока. При составлении рационов необходимо учитывать не только валовое содержание этих макроэлементов, но и их соотношение [5, 8].

Известно, что при высококонцентратном типе кормления коров в их крови содержание кальция снижается, а содержание фосфора увеличивается. В наших исследованиях повышение уровня кормления за счет концентратов привело к увеличению в рационе опытных групп содержания кальция на 4,4 и 8,8%, фосфора – на 8,5 и 16,0% соответственно во второй и третьей опытных группах. Биохимические исследования крови показали, что нарушение кальций-фосфорного обмена не отмечено: содержание кальция у подопытных животных находилось на уровне 2,66–2,69 ммоль/л, фосфора – 2,23–2,30 ммоль/л (табл. 3). Отношение кальция к фосфору соответствовало норме, и показатели практически не отличались между группами. По нашему мнению, это связано с более высоким выносом данных макроэлементов с молоком в опытных группах.

Таблица 2

Биохимические маркеры углеводного и жирового обмена

Показатель	Физиологическая норма	Группа		
		Первая контрольная	Вторая опытная	Третья опытная
Глюкоза, ммоль/л	1,65–4,19	3,79±0,14	3,80±0,18	3,77±0,11
Холестерин, ммоль/л	2,35–8,30	5,19±0,39	5,06±0,69	4,93±0,36

Примечание. Достоверно при $^*p < 0,10$.

Биохимические маркеры минерального обмена

Показатель	Физиологическая норма	Группа		
		Первая контрольная	Вторая опытная	Третья опытная
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	41–187	77,00±13,79	92,33±15,19	101,67±17,97
Кальций, ммоль/л	2,03–3,14	2,68±0,03	2,66±0,04	2,69±0,04
Фосфор, ммоль/л	1,13–2,90	2,30±0,15	2,26±0,24	2,23±0,08
Магний, ммоль/л	0,79–1,35	1,01±0,02	1,06±0,05	1,22±0,03**
Ca/P	1,8–1,1	1,52±0,09	1,55±0,14	1,56±0,04

Примечание. Достоверно при** $p < 0,01$.

Магний также является важным минералом и активирует свыше 60 химических реакций. Лактирующие высокопродуктивные коровы весьма чувствительны к изменению баланса магния, так как их организм не обладает доступными резервами магния. Полученные нами данные свидетельствуют о достоверном повышении содержания магния в сыворотке крови коров третьей опытной группы – 1,22 ммоль/л против 1,01 ммоль/л в контроле. На наш взгляд, это связано с повышением его содержания в рационе. При этом гипермагниемия не отмечена.

Определение щелочной фосфатазы используется при диагностике поражения костей и печени. По результатам опыта в наших исследованиях не выявлены признаки их поражения. Умеренное повышение щелочной фосфатазы в опытных группах до средних значений нормы косвенно указывает на повышение функциональной деятельности печени, связанной с образованием дополнительного молока.

Выводы

Повышение по сравнению с детализированными нормами в рационе первотелок обменной энергии на 7,0 и 14,1% и сырого протеина на 7,6 и 15,3% привело к увеличению интенсивности метаболических процессов, что способствовало повышению прироста живой массы на 5,6 и 6,8% и молочной продуктивности на 6,4 и 9,6%. При этом все показатели обмена веществ находились в пределах физиологической нормы.

Исследования проведены в рамках выполнения НИР 2024 г. по теме государственного задания 124020200032–4.

Библиографический список

1. Боголюбова Н.В., Рыков Р.А. Возрастные аспекты биохимических и клинических показателей в организме крупного рогатого скота // Молочное и мясное скотоводство. – 2023. – № 2. – С. 45–49. <https://doi.org/10.33943/MMS.2023.25.98.009>.
2. Буряков Н.П., Лаптев Г.Ю., Бурякова М.А., Ильина Л.А., Алешин Д.Е., Касаткина И.А., Заикина А.С., Ставцев А.Э. Особенности формирования бактериального сообщества рубца и биохимический статус организма коров в зависимости

- от источника протеина // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2021. – № 12 (197). – С. 3–22. <https://doi.org/10.33920/sel-05-2112-01>.
3. *Дуборезов В.М., Цис Е.Ю., Кувшинов В.Н., Рязанцев М.В.* Рост и продуктивность первотелок при повышенном уровне кормления // Комбикорма. – 2023. – № 11. – С. 36–39. <https://doi.org/10.25741/2413-287X-2023-11-3-209>.
4. *Захаров В.М., Максимов В.И.* Влияние обменных процессов на продуктивные качества животных // Зоотехния. – 2021. – № 2. – С. 25–27. <https://doi.org/10.25708/ZT.2021.19.64.007>.
5. Контроль биохимического статуса свиней и коров: Руководство / Сост. И.В. Гусев, Н.В. Боголюбова, Р.А. Рыков, Г.Н. Левина. – Дубровицы: ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста, 2019. – 40 с.
6. *Крупин Е.О., Шакиров Ш.К.* Изменения отдельных диагностических маркеров углеводного, липидного и минерального обмена веществ у дойных коров, обусловленные кормлением // Аграрная наука. – 2023. – № 367 (2). – С. 30–34. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-30-34>.
7. *Миколайчик И.Н., Морозова Л.А., Морозов В.А., Сандакова Т.А.* Влияние энергетических добавок на уровень метаболизма в организме коров в период раздоя // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 3. – С. 113–120. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-3-113-120>.
8. *Мищурина Е.А., Гамко Л.Н.* Качественные показатели молока, продуктивность лактирующих коров и изменения состава крови при скормлировании минеральных добавок // Аграрная наука. – 2021. – 344 (1). – С. 26–29. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-344-1-26-29>.
9. *Николаев С.В., Конопельцев И.Г.* Биохимические показатели крови у коров-первотелок и их корреляция с воспроизводительной функцией // Международный вестник ветеринарии. – 2021. – № 3. – С. 185–191. <https://doi.org/10.17238/issn2072-2419.2021.3.185>.
10. *Никонова Е.А. и др.* Белковый состав, активность аминотрансфераз сыворотки крови и показатели естественной резистентности телок разных генотипов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 3 (95). – С. 307–311. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-95-3-307-312>.
11. Нормы потребностей молочного скота и свиней в питательных веществах: Монография / Под ред. Р.В. Некрасова, А.В. Головина, Е.А. Махаева. – М., 2018. – 290 с.
12. *Омаров М.О., Данилова А.А.* Биохимическая оценка контроля состояния обмена веществ коров // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2022. – Т. 11, № 2. – С. 22–27. <https://doi.org/10.48612/sbornik-2022-2-6>.
13. *Холод В.М., Соболева Ю.Г., Баран В.П., Синцера А.М., Постраш И.Ю.* Значение и оценка биохимических исследований в системе лечебно-профилактических мероприятий у крупного рогатого скота // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена Знак Почета государственная академия ветеринарной медицины». – 2019. – Т. 55, № 4. – С. 124–129.
14. *Шукина С.С., Ширяева О.Ю.* Динамика активности трансаминаз в зависимости от физиологического состояния // Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. – 2015. – № 17. – С. 35–38.
15. *Gusterer E., Kanz P., Krieger S., Schweinzer V., Süß D., Lidauer L., Kickinger F., Ohlschuster M., Auer W., Drillich M., Iwersen M.* Sensor technology to support herd health monitoring: Using rumination duration and activity measures as unspecific variables for the early detection of dairy cows with health deviations // *Theriogenology*. – 2020. – Vol. 157. – Pp. 61–69. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.07.028>.

16. Trukhachev V.I., Oleinik S.A., Zlydnev N.Z., Morozov V.Yu. Adaptation of the Recommendations of the International Committee for Animal Recording (ICAR) in Evaluating the Quality of Milk // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2015. – Vol. 6, No. 6. – Pp. 1317–1320.

PRODUCTIVITY AND BLOOD BIOCHEMICAL PROFILE OF FIRST-CALF HEIFERS AT INCREASING FEED LEVELS

E.YU. TSIS, V.M. DUBOREZOV, R.A. RYKOV

(Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst)

High productivity and longevity of animals are the key challenges in modern dairy farming. In addition to high milk yields, first-calf heifers also have to increase their body weight. Due to their physiological characteristics, they are unable to consume large amounts of bulky forage to provide energy and nutrients for potential productivity. One of the ways to solve this problem is to increase the feeding level of first-calf heifers at the expense of concentrates. The assessment of the relationship between the level of feeding and the level of productivity and health of the animal was carried out by studying metabolic processes using biochemical markers of blood serum. The studies were carried out in the Moscow region for 150 days on 36 first-calf heifers, which were divided into three groups of 12 cows each according to the group-analogue principle. The control group received a ration balanced according to detailed norms for annual productivity of 8 to 9 thousand kilograms of milk per lactation. The second experimental group received a ration with increased content of metabolizable energy by 7.8% and crude protein by 8.2% of the requirement, the third group – by 15.1% and 16.4%, respectively, due to additional feeding of a targeted protein-vitamin-mineral concentrate. The researchers found that increasing the feeding level allowed to increase the live weight of first-calf heifers by 5.6% and 6.8% and the average daily milk yield by 6.4% and 9.6% in comparison with the control, and did not have a negative effect on the character of metabolism. All indicators of protein, lipid, carbohydrate and mineral metabolism were within reference values. The content of the albumin fraction in the blood serum of cows in the experimental groups was 39.7% and 39.5% of the content of total protein, while in the control group it was 36%. A significant increase in the content of the albumin fraction, by 5.12% ($p=0.04$) in the 2nd experimental group and by 7.24% ($p=0.01$) in the 3rd experimental group, with a simultaneous decrease in the content of total protein, characterizes a higher intensity of biosynthetic processes in the body associated with increased milk formation. Indicators of mineral metabolism were also within the physiological norm. The increase in magnesium content in cows of the 3rd experimental group is associated with an increase in its level in the diet of first-calf heifers. The increase in alkaline phosphatase activity indicates an increase in the functional activity of the liver, which is also associated with milk formation.

Keywords: first-calf heifers, diet, feeding level, metabolism, biochemical markers, milk formation.

References

1. Bogolyubova N.V., Rykov R.A. Age aspects of biochemical and clinical indicators in the body of cattle. *Journal of Dairy and Beef Cattle Breeding*. 2023;2:45–49. (In Russ.) <https://doi.org/10.33943/MMS.2023.25.98.009>
2. Buryakov N.P., Laptev G.Yu., Buryakova M.A., Ilyina L.A. et al. Features of the formation of the bacterial community of the rumen and the biochemical status

- of the cows depending on the protein source. *Kormlenie sel'skokhozyaystvennykh zivotnykh ikormoproizvodstvo*. 2021;12(197):3–22. (In Russ.) <https://doi.org/10.33920/sel-05-2112-01>
3. Duborezov V.M., Tsis E.Yu., Kuvshinov V.N., Ryazantsev M.V. Growth and productivity of first-calf heifers at higher feeding levels. *Combikorma*. 2023;11:36–39. (In Russ.) <https://doi.org/10.25741/2413-287X-2023-11-3-209>
 4. Zakharov V.M., Maximov V.I. Influence of exchange processes on productive quality of animals. *Zootechnia*. 2021;2.:25–27. (In Russ.) <https://doi.org/10.25708/ZT.2021.19.64.007>
 5. Gusev I.V., Bogolyubova N.V., Rykov R.A., Levina G.N. *Control of biochemical status of pigs and cows*: manual. Dubrovitsy, Russia: Federal Science Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, 2019;40. (In Russ.)
 6. Krupin E.O., Shakirov Sh.K. Changes in individual diagnostic markers of carbohydrate, lipid and mineral metabolism in dairy cows due to feeding. *Agrarian Science*. 2023;(2):30–34. (In Russ.) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-30-34>
 7. Mikolaychik I.N., Morozova L.A., Morozov V.A., Sandakova T.A. Energy supplements impact on the metabolism level in the cows body in the milking period. *Bulletin of KSAU*. 2022;3:113–120. (In Russ.) <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-3-113-120>
 8. Mitsurina E.A., Gamko L.N. Milk quality indicators, productivity in cows and changes in blood composition when feeding mineral supplements. *Agrarian Science*. 2021;344(1):26–29. (In Russ.) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-344-1-26-29>
 9. Nikolaev S.N., Konopeltsev I.G. Dynamics of the biochemical composition of blood in first-calf cows and correlation of biochemical markers with reproductive function. *International Journal of Veterinary Medicine*. 2021;(3):185–191. (In Russ.) <https://doi.org/10.17238/issn2072-2419.2021.3.185>
 10. Nikonova E.A., Mironova I.V., Kokov T.N., Bykova O.A. Protein composition, activity of aminotransferases in blood serum and indicators of natural resistance of heifers of different genotypes. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2022;3(95):307–311. (In Russ.) <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-95-3-307-312>
 11. Nekrasov R.V., Golovin A.V., Makhaev E.A., Anikin A.S. et al. *Standards requirements of dairy cattle and pigs in nutrients*: monograph. Ed. by R.V. Nekrasov, A.V. Golovin, E.A. Makhaev. Moscow, Russia: Russian Academy of Sciences, 2018:290. (In Russ.)
 12. Omarov M.O., Danilova A.A. Biochemical assessment of the control of metabolism state in cows. *Sbornik nauchnykh trudov Krasnodarskogo nauchnogo tsentra po zootekhnii i veterinarii*. 2022;11(2):22–27. (In Russ.) <https://doi.org/10.48612/sbornik-2022-2-6>
 13. Kholod V.M., Soboleva Yu.G., Baran V.P., Sintserova A.M., Postrash I.Yu. Significance and evaluation of biochemical studies in the system of therapeutic and preventive measures in cattle. *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya Vitebskaya ordena Znaka pocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny*. 2019;55(4):124–129. (In Russ.)
 14. Shukshina S.S., Shiryaeva O.Yu. Dynamics of transaminase activity depending on the physiological state. *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya: problemy i rezul'taty*. 2015;17:35–38. (In Russ.)
 15. Gusterer E., Kanz P., Krieger S., Schweinzer V. et al. Sensor technology to support herd health monitoring: Using rumination duration and activity measures as unspecific variables for the early detection of dairy cows with health deviations. *Theriogenology*. 2020;157:61–69. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.07.028>
 16. Trukhachev V.I., Oleinik S.A., Zlydnev N.Z., Morozov V.Yu. Adaptation of the Recommendations of the International Committee for Animal Recording (ICAR) in Evaluating the Quality of Milk. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2015;6 (6):1317–1320.

Сведения об авторах

Цис Елена Юрьевна, канд. с.-х. наук, научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»; 142132, Российская Федерация, Московская область, г.о. Подольск, пос. Дубровицы, 60; e-mail: tsis-elen@yandex.ru; тел.: (916) 277–47–27

Дуборезов Василий Мартынович, д-р с.-х. сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»; 142132, Российская Федерация, Московская область, г.о. Подольск, пос. Дубровицы, 60; e-mail: korma10@yandex.ru

Рыков Роман Анатольевич, старший научный сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»; 142132, Российская Федерация, Московская область, г.о. Подольск, пос. Дубровицы, 60; e-mail: brukw@bk.ru

Information about the authors

Elena Yu. Tsis, CSc (Agr), Research Associate at the Department of Feeding of Farm Animals, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst (60 Dubrovitsy settlement, Podolsk, Moscow Region, 142132, Russian Federation; phone: (916) 277–47–27; e-mail: tsis-elen@yandex.ru)

Vasiliy M. Duborezov, DSc (Agr), Professor, Chief Research Associate at the Department of Feeding of Farm Animals, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst (60 Dubrovitsy settlement, Podolsk, Moscow Region, 142132, Russian Federation; e-mail: korma10@yandex.ru)

Roman A. Rykov, Senior Research Associate at the Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst (60 Dubrovitsy settlement, Podolsk, Moscow Region, 142132, Russian Federation; e-mail: brukw@bk.ru)