

Ю. П. Фомичев¹, Л. П. Игнатьева¹, А. В. Мишуров¹, И. Ю. Ермаков².

Жирнокислотный состав, физические и санитарно-гигиенические показатели молока коров при применении в питании энергокорма, обогащенного микроводорослью *Spirulina Platensis* и дигидрокверцетином

Аннотация. Исследования проведены на 2-х группах коров голштинской породы по 8 голов в каждой. Коровам опытной группы дополнительно к основному рациону добавляли за две недели до отела по 150 мл и в течение 60 дней после отела по 250 мл на голову в сутки жидкую энергобиологически активную кормовую добавку (ЭБА КД) на основе пропиленгликоля и глицерина, с добавлением сухой микроводоросли *Spirulina Platensis* и антиоксиданта дигидрокверцетина в концентрации по 0,1% от массы.

Включение в рацион коров ЭБА КД оказало положительное влияние на молочную продуктивность, химико-физические свойства и санитарно-гигиеническое состояние молока. У коров опытной группы в 1-й и 2-й месяц лактации среднесуточный удой составил 26,83 и 29,00 кг при массовой доле жира 3,74 и 3,78%; белка 3,32 и 3,07%, в т.ч. истинного белка 3,10 и 2,85%; казеина 2,57 и 2,42%; лактозы 4,78 и 4,88% и массовой доли сухого вещества 12,72 и 12,51%, соответственно, в то время как у коров контрольной группы они были равны по среднесуточному удою 24,00 и 26,50 кг, массовой доли жира 3,91 и 3,74%; белка 3,16 и 3,18%, в т.ч. истинного 2,95 и 2,86%; казеина 2,47 и 2,40%; лактозы 4,80 и 4,88% и массовой доли сухого вещества 12,81 и 12,49%. Молоко коров опытной группы отличалось меньшей окисленностью, лучшим окислительно-восстановительным потенциалом, меньшим содержанием ацетона и β -оксимасляной кислоты, меньшим количеством соматических клеток.

ЭБА КД также оказала влияние на состав и динамику содержания жирных кислот в молоке. Жирнокислотный состав молока коров опытной группы на 1-ом месяце лактации характеризовался меньшим содержанием миристиновой, пальмитиновой, стеариновой и олеиновой кислот и отличался большим содержанием полиненасыщенных кислот и трансизмеров. На 2-ом месяце повысилось содержание олеиновой кислоты и увеличилось содержание мононасыщенных по сравнению с контролем.

Ключевые слова: молочные коровы, физико-химические показатели, жирнокислотный состав, кормовые факторы.

Авторы:

Фомичев Юрий Павлович — доктор биологических наук, профессор; e-mail: urij.fomichev@yandex.ru;

Игнатьева Лариса Павловна — кандидат сельскохозяйственных наук; e-mail: ignatieva-lp@mail.ru;

Мишуров Алексей Владимирович — кандидат сельскохозяйственных наук; e-mail: a.v.mishurov@mail.ru;

Ермаков Игорь Юрьевич — кандидат сельскохозяйственных наук; e-mail: iyermaakoff@gmail.com.

¹ ФГБНУ «Федеральный научный центр животноводства — ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста; 142132, Россия, Московская область, городской округ Подольск, поселок Дубровицы, дом 60.

² ФГБНУ «Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт; 464212, Россия, Ростовская область, г. Новочеркасск, Ростовское шоссе, д. 0.

Введение Удовлетворение потребностей населения в молоке и молочных продуктах решается одновременно как за счет роста поголовья, так и путем селекции на повышение молочной продуктивности. Однако с увеличением молочной продуктивности коров получение молока, отвечающего

потребительским свойствам при его потреблении в качестве натурального продукта и в качестве сырья при производстве молочных продуктов, становится все более проблематичным. Это связано с трудностями корректировки технологии его производства, обеспечивающей продуктивное здо-

ровые коров и высокий уровень удоя, а также нормативный уровень химико-физических и гигиенических показателей качества молока. В этом аспекте в настоящее время наряду с повышенным вниманием к составу и питательной ценности рациона придается важное значение кормовым добавкам, обладающим разными функциональными свойствами, способными скорректировать физиолого-микробиологические процессы в рубце, метаболическое здоровье животного и тем самым способствовать получению молока высокого качества [1–7].

Качество молока в первую очередь обуславливается количеством и качеством жира. Молочный жир в чистом виде представляет собой сложный эфир трехатомного спирта глицерина, предельных и непредельных жирных кислот [8–10]. Наряду с этим в него входят свободные жирные кислоты и неомыляемые вещества — витамины и фосфатиды. Триглицериды молочного жира отличаются от других жиров значительным разнообразием жирнокислотного состава. В них обнаружено более 40 видов жирных кислот, из которых 57% составляют насыщенные, 32% — ненасыщенные (биологически более активные), 11% — летучие жирные кислоты.

В питании высокопродуктивных молочных коров важное значение имеет обеспеченность рациона микронутриентами и биологически активными веществами, которые могли бы стимулировать ферментативные и микробиологические процессы в желудочно-кишечном тракте и осуществлять биокоррекцию метаболического здоровья коров и, таким образом, повысить молочную продуктивность. Такими свойствами обладает микроводоросль — спирулина (*Spirulina platensis*) и дигидрокверцетин [11, 12].

Включение в рацион биомассы *Spirulina platensis* обеспечивает поступление в организм животного порядка 650 различных веществ. Среди которых особенно важными являются изопреноиды, положительно влияющие на активность различных ферментов, а также на синтез нуклеиновых кислот и фотосинтез. Антиоксидантные характеристики цианобактерии связаны с фитогормонами и ферментами. Синий пигмент фикоцианина из сине-зеленых водорослей стимулирует нервную и иммунную системы.

Биомасса спирулины как в натуральном, так и в сухом виде применяется в животноводстве, птицеводстве и других отраслях АПК в качестве источника микронутриентов и биологически активных веществ [13–16]. Так, применение биомассы сухой спирулины на коровах с продуктивностью 4–5 тыс. кг молока за лактацию в дозе 5

и 10 г на голову в сутки в течение 45 дней повысило переваримость питательных веществ рациона, среднесуточный удой, содержание в молоке жира, белка и лактозы. При этом молоко и продукты, выработанные из него (масло, кефир, сыр), характеризовались повышенными потребительскими свойствами [20]. В другом опыте на молочных коровах черно-пестрой породы при добавлении к рациону 20 г на голову в сутки премикса, содержащего 2 г биомассы спирулины, оказало положительное влияние на физиологические и микробиологические процессы в рубце, поддерживая его состояние в физиологической норме [16].

Дигидрокверцетин, являющийся флавоноидом, обладает широким спектром биологических свойств: регулирует метаболические процессы, оказывает положительное влияние на функциональное состояние внутренних органов организма, создает механизмы защиты здоровых клеток организма от патологий, вызываемых химическими отравлениями, воздействием электромагнитного излучения и радиации, путем нейтрализации радикальной активности, процессов вирусной и бактериальной природы. Он не токсичен, безвреден, обладает высокой активностью при небольших концентрациях, устойчив к тепловым и механическим воздействиям. Признан как эталонный антиоксидант и широко применяется в медицине и пищевой промышленности как в России, так и в странах ЕС [12].

Цель исследования — изучение обогащения кормовой добавки биологически активными веществами и антиоксидантом путем введения в него порошка микроводоросли *Spirulina Platensis* и дигидрокверцетина для придания ему новых функциональных свойств; влияния его на удой, химико-физические показатели молока и жирнокислотный состав молочного жира у коров в ранний период лактации.

Материалы и методы исследования. Исследования проведены на 2-х группах коров голштинской породы по 8 голов в каждой в условиях ФГУП э/х «Кленово-Чегодаево» в период после отела. Одна группа была контрольной, другая опытной. Коровам опытной группы дополнительно к основному рациону (ОР) добавляли за две недели до отела по 150 и после отела в течение 60 дней по 250 мл гол/сут жидкой энергобиологически активной кормовой добавки (ЭБА КД) на основе пропиленгликоля и глицерина [17], обогащенного сухой массой микроводоросли *Spirulina Platensis* и антиоксидантом дигидрокверцетином в форме КД «Экостимул-2» в концентрации по 0,1% от массы. ОР коров в период сухостоя состоял из сена злаково-бобового 4 кг, кормосмеси, состоящей из силоса кукурузного 12 кг и се-

нажа многолетних трав 7 кг, и 2,5 кг комбикорма, а после отела — из злаково-бобового сена 1,5 кг, кормосмеси, состоящей из кукурузного силоса 25 кг и сенажа многолетних трав 7 кг, жмыха подсолнечного 0,5 кг, комбикорма из расчета 0,5 кг /л молока и 1 кг патоки.

Учет и оценка молочной продуктивности коров в опыте проводили по ежемесячным контрольным дойкам с последующим расчетом среднесуточного удоя и удоя за 30 и 60 дней лактации. В молоке определяли: содержание жира; белка, в т.ч. казеина и лактозы; количество соматических клеток; мочевины, кетонных тел; жирнокислотный состав молочного жира на анализаторе Milko Scan™, 7RM, соматические клетки на Fossomatic™ 7DC. Титруемая кислотность по А. А. Кабышеву [18], окислительно-восстановительный потенциал на ОВП-метре, степень окисленности молока по реакции с ТБК. Цифровой материал исследований обработан биометрически с использованием t-критерия Стюдента-Фишера.

Анализ и обсуждение результатов. Включение в рацион коров ЭБА КД оказало положительное влияние на молочную продуктивность, химико-физические свойства и санитарно-гигиеническое состояние молока. На 1-м месяце лактации среднесуточный удой у коров опытной группы

составил 26,8 кг молока и был выше, чем в контрольной на 2,85 кг или 11,8%. На 2-м месяце лактации среднесуточный удой у коров увеличился на 2,5 и 2,2 кг и составил у коров контрольной группы 26,5, у опытной — 29,0 кг, что превышало удой коров контрольной группы на 9,4% (табл. 1).

Энергобиологически-активная кормовая добавка оказала заметное влияние на содержание и химический состав массовой доли жира и белка в молоке.

На 1-ом месяце лактации содержание жира в молоке у коров опытной группы составило 3,74% и было меньше, чем в контроле на 0,17% (табл. 1). На 2-ом месяце содержание жира в молоке у коров контрольной группы снизилось с 3,91 до 3,74%, в то время как у коров опытной группы его содержание практически не изменилось и составило 3,78%, что было выше, чем в контроле на 0,07%.

Содержание белка в молоке коров опытной группы на 1-ом месяце лактации составило 3,32%, что было выше на 0,16% по сравнению с контролем. Это увеличение произошло за счет истинного белка и, в частности, за счет казеина на 0,15 и на 0,10%, соответственно. На 2-м месяце лактации у коров опытной группы содержание белка в молоке по отношению к контрольной снизилось на 0,11%, в основном за счет сывороточных белков.

Таблица 1. Продуктивность, химико-физические и санитарно-гигиенические показатели качества молока ($n=8$; $M \pm SME$)

Показатели	Группы коров		Отношение опытной к контрольной	
	Контрольная	Опытная	$\pm$	%
<i>1-й месяц лактации</i>				
Среднесуточный удой, кг	24,00 $\pm$ 2,04	26,83 $\pm$ 3,95	+2,83	111,8
Массовая доля: жира, %	3,91 $\pm$ 0,40	3,74 $\pm$ 0,16	-0,17	—
белка, %	3,16 $\pm$ 0,18	3,32 $\pm$ 0,18	+0,16	—
в т.ч. истинного, %	2,95 $\pm$ 0,18	3,10 $\pm$ 0,18	+0,15	—
казеина, %	2,47 $\pm$ 0,14	2,57 $\pm$ 0,13	+0,10	—
лактозы, %	4,80 $\pm$ 0,07	4,78 $\pm$ 0,06	-0,02	—
СОМО, %	8,83 $\pm$ 0,52	8,96 $\pm$ 0,16	+0,09	—
сухого вещества, %	12,81 $\pm$ 0,52	12,72 $\pm$ 0,25	-0,09	—
<i>2-й месяц лактации</i>				
Среднесуточный удой, кг	26,5 $\pm$ 1,51	29,0 $\pm$ 2,38	+2,5	109,4
Массовая доля: жира, %	3,74 $\pm$ 0,07	3,78 $\pm$ 0,45	+0,04	—
белка, %	3,18 $\pm$ 0,13	3,07 $\pm$ 0,07	-0,11	—
в т.ч. истинного, %	2,86 $\pm$ 0,06	2,85 $\pm$ 0,07	-0,011	—
казеина, %	2,40 $\pm$ 0,06	2,42 $\pm$ 0,06	+0,02	—
лактозы, %	4,88 $\pm$ 0,11	4,88 $\pm$ 0,02	$\pm$	—
СОМО, %	8,74 $\pm$ 0,11	8,70 $\pm$ 0,10	-0,04	—
сухого вещества, %	12,49 $\pm$ 0,18	12,51 $\pm$ 0,54	+0,02	—

Содержание лактозы в молоке коров обеих групп было близким и практически не изменялось в течение периода наблюдений.

Изменения в содержании в молоке коров в группах и по месяцам лактации адекватно отразились на содержании сухого обезжиренного остатка и массовой доли сухого вещества, которого у коров опытной группы на 1-ом месяце было меньше на 0,09%, а на 2-м оно сравнялось с контролем и составило 12,51% против 12,49% (табл. 1). Однако все эти различия в показателях молочной продуктивности были на уровне значения $P > 0,01-0,02$

Показателем натуральности молока является его точка замерзания, которая равна в среднем $-0,540^{\circ}\text{C}$ с отклонениями от $-0,525$ до $-0,565^{\circ}\text{C}$, что зависит от состава молока. В данных исследованиях точка замерзания молока на 1-ом и 2-ом месяце лактации составила $-0,536$ и $-0,540^{\circ}\text{C}$, а на 2-ом $-0,529$ и $-0,531^{\circ}\text{C}$ соответственно у коров контрольной и опытной групп (табл. 2).

Кислотность молока в ед. pH у коров обеих групп в течение периода наблюдения соответствовала норме и варьировала в пределах 6,54–6,61. В то же время наблюдалась тенденция его повышения ко второму месяцу лактации у коров контрольной группы с 6,57 до 6,61, а у коров опытной группы, наоборот, понижение с 6,60 до 6,54. При этом степень окисленности молока у коров опытной группы была ниже на 25,9 и на 9,1% соответственно на 1-ом и 2-ом месяце лактации, что можно связать с непосредственным действием антиоксиданта.

С этими данными согласуется и величина ОВП, которая смещена в сторону восстановительного потенциала. В содержании кетоновых тел в молоке также наблюдались различия как по сумме, так и по динамике их содержания. На 1-ом месяце лактации концентрация ацетона и β -оксимасляной кислоты в молоке коров опытной группы по отношению к контрольной была выше на 35,2 и 4,4%, а на 2-ом ниже на 17,0 и 10,0% соответственно.

Таблица 2. Физико-химические и санитарно-гигиенические показатели качества молока ($n=8$; $M \pm \text{SME}$)

Показатели	Группы коров		Отношение опытной к контрольной	
	Контрольная	Опытная	$\pm$	%
<i>1-й месяц лактации</i>				
Точка замерзания, $^{\circ}\text{C}$	$-0,536 \pm 0,001$	$-0,540 \pm 0,003$	—	—
Мочевина, ммоль/л	$7,00 \pm 0,56$	$7,50 \pm 0,48$	+0,50	107,1
Ацетон, ммоль/л	$0,068 \pm 0,014$	$0,092 \pm 0,021$	+0,03	135,2
β -оксимасляная кислота, ммоль/л	$0,045 \pm 0,006$	$0,047 \pm 0,014$	+0,002	104,4
Кислотность, pH	$6,57 \pm 0,01$	$6,60 \pm 0,02$	+0,03	—
Степень окисленности, ед	$0,031 \pm 0,003$	$0,023 \pm 0,001^*$	-0,008	74,1
ОВП, мв	+015	-001	—	—
Титруемая кислотность по Кабышеву, T° (М. Lim.)	8,8 (8-10)	8,2 (6-10)	-0,6	—
Соматические клетки, ед/мл.	151 ± 67	113 ± 36	-38	74,8
в т.ч.: лимфоциты и полиморфные нейтрофилы, %	$59,4 \pm 5,98$	$53,4 \pm 8,06$	-4,9	—
макрофаги, %	$40,6 \pm 5,23$	$46,6 \pm 8,06$	+7,5	—
<i>2-й месяц лактации</i>				
Точка замерзания, $^{\circ}\text{C}$	$-0,529 \pm 0,003$	$-0,531 \pm 0,002$	+0,002	100,3
Мочевина, ммоль/л	$7,30 \pm 0,509$	$7,47 \pm 0,540$	+0,17	102,3
Ацетон, ммоль/л	$0,06 \pm 0,016$	$0,05 \pm 0,009$	-0,01	83,0
β -оксимасляная кислота, ммоль/л	$0,030 \pm 0,008$	$0,027 \pm 0,008$	-0,003	90,0
Кислотность, pH	$6,61 \pm 0,02$	$6,54 \pm 0,01$	-0,1	—
Степень окисленности ед	$0,022 \pm 0,001$	$0,020 \pm 0,002$	-0,002	90,9
ОВП, мв	-0,24	-0,23	-0,01	—
Титруемая кислотность по Кабышеву, T° (М. Lim.)	10,7 (10-13)	10,05 (10-12)	-0,02	—
Соматические клетки, ед/мл.	307 ± 75	153 ± 49	-154	49,8
в т.ч.: лимфоциты и полиморфные нейтрофилы, %	61 ± 11	60 ± 10	-1	—
макрофаги, %	39 ± 5	40 ± 5	+1	—

$P < 0,02$

Титрование молока по Кабышеву является тестом состояния фосфорно-кальциевого обмена в организме коров. На 1-ом месяце лактации титруемая кислотность молока у коров обеих групп в среднем была равной и соответствовала норме (8-9Т°), но у части коров были отклонения от нормы, указывающие на степень нарушения данного обмена. На 2-ом месяце лактации состояние фосфорно-кальциевого обмена обострилось у коров обеих групп и составило 10,7 и 10,2 Т°.

Уровень содержания мочевины в молоке отражает полноценность рациона по обеспеченности организма коров протеином и энергией, а также сахаро-протеиновое отношение. У коров обеих групп концентрация мочевины в молоке как на 1-м, так и на 2-м месяце лактации была близкой и равнялась 7,0 и 7,30 и 7,5 и 7,45 ммоль/л соответ-

ственно у коров контрольной и опытной групп, что указывает при содержании белка в молоке 3,2% и менее на неадекватность сахаро-протеинового отношения в рационе. Причем у коров, получавших дополнительно ЭБА КД, в результате действия биологически активных веществ потребность в энергии, вероятно, возрастает.

Включение в рацион коров ЭБА КД положительно повлияло на здоровье молочной железы, о чем может свидетельствовать снижение содержания соматических клеток в молоке коров опытной группы на 25,2 и 50,2% по отношению к контролю [25]. Их количество в молоке на 1-ом месяце лактации составило 151 и 113, а на 2-ом 307 и 153 ед/мл соответственно у коров контрольной и опытной групп. При этом изменилось и соотношение количества лимфоцитов и полиморфных

Таблица 3. Жирнокислотный состав молочного жира, мг/100 г

Показатели	Группы коров (М±m)		Отношение:опыт к контролю, ±	Содержание %	
	Контрольная	Опытная		Контроль	Опыт
1- й месяц лактации					
Индивидуальные					
Миристиновая	0,340±0,100	0,266±0,019	-0,074	11,2	9,33
Пальмитиновая	0,808±0,117	0,793±0,034	-0,015	26,7	27,8
Стеариновая	0,493±0,049	0,482±0,031	-0,011	16,3	16,9
Олеиновая	1,384±0,132	1,307±0,107	-0,077	45,7	45,9
Распределение по длине цепочки					
Длинноцепочечные	1,806±0,153	1,687±0,141	-0,119	49,8	43,4
Среднецепочечные	1,274±0,189	1,230±0,074	-0,044	35,2	35,9
Короткоцепочечные	0,542±0,089	0,500±0,032	-0,042	14,9	14,6
Распределение по насыщенности					
Мононенасыщенные	1,266±0,123	1,187±0,103	-0,079	31,36	30,09
Полиненасыщенные	0,150±0,012	0,248±0,087	+0,098	3,44	6,28
Насыщенные	2,506±0,331	2,386±0,094	-0,012	62,09	60,49
Трансизомеры	0,114±0,010	0,123±0,014	+0,009	2,85	3,11
2-й месяц лактации					
Индивидуальные					
Миристиновая	0,329±0,006	0,291±0,042	-0,038	11,5	10,0
Пальмитиновая	0,903±0,02	0,805±0,133	-0,098	31,8	27,8
Стеариновая	0,434±0,025	0,462±0,058	-0,028	15,3	15,9
Олеиновая	1,171±0,059	1,333±0,121	+0,162	41,2	46,1
Распределение по длине цепочки					
Длинноцепочечные	1,523±0,078	1,713±0,157	+0,190	38,6	41,4
Среднецепочечные	1,343±0,035	1,187±0,318	-0,156	34,0	28,7
Короткоцепочечные	1,077±0,053	1,230±0,115	+0,153	27,3	29,7
Распределение по насыщенности					
Мононенасыщенные	0,144±0,005	0,178±0,014	+0,034	4,5	5,6
Полиненасыщенные	2,379±0,075	2,365±0,242	-0,014	75,0	74,4
Насыщенные	0,518±0,032	0,448±0,080	-0,07	16,3	14,0
Трансизомеры	0,128±0,008	0,187±0,017	+0,059	4,0	5,9

нейтрофилов к количеству макрофагов, которое составило у коров контрольной группы на 1-м месяце лактации 59,4:40,6 и на 2-м — 61:39%, а у коров опытной 53,4:46,6 и 60:40% соответственно (табл. 2).

Анализ содержания жирных кислот в жире молока показал на различия между группами коров. Так, на 1-ом месяце лактации при близком соотношении миристиновой, пальмитиновой, стеариновой и олеиновой кислот их содержание в молоке у коров опытной группы было меньше соответственно на 0,074, 0,015, 0,011 и 0,077 мг/100 г. На 2-ом месяце лактации соотношение жирных кислот в молоке контрольной группы коров несколько изменилось при более стабильном соотношении в молоке опытной группы коров. В результате чего изменилась и разница в содержании их в молоке опытной группы коров, которая составила -0,038, -0,098, -0,028 и +0,162 мг/100 г. соответственно по миристиновой, пальмитиновой, стеариновой и олеиновой кислотам. На 1-ом месяце лактации в распределении жирных кислот по длине цепочки различия наблюдались в основном по длинноцепочечным, которое составило -0,119 мг/100 г. По среднецепочечным и короткоцепочечным эти различия были в пределах -0,044 и -0,042 мг/100 г. На 2-ом месяце лактации в молоке коров опытной группы по сравнению с молоком контрольной группы доля длинноцепочечных жирных кислот увеличилась на 0,190, а короткоцепочечных на 0,153 мг/100 г, в то время как содержание среднецепочечных снизилось на

0,156 мг/100 г. Соотношение жирных кислот по насыщенности в молоке коров также имело отличие между группами.

У коров, получавших ЭБА КД, в 1-й месяц лактации было больше полиненасыщенных и транс-изомеров, а во 2-й больше мононенасыщенных и транс-изомеров соответственно на 0,098, 0,009, 0,034 и 0,059 мг/100 г молока, что связано с направленностью и интенсивностью ферментативных и микробиологических процессов в рубце и использованием предшественников в синтезе жирных кислот в молочной железе (табл.3).

Закключение. Таким образом, включение в рацион коров энергокорма, обогащенного сухой массой *Spirulina Platensis* и дигидрокверцетином обусловило повышение удоя молока, содержание в нем белка, в основном, за счет казеина, снизило окисленность, улучшило его восстановительный потенциал и повысило санитарно-гигиенические показатели молока. ЭБА КД стабилизировала содержание массовой доли жира в молоке и стимулировала повышение в нем олеиновой кислоты, повысила долю длинноцепочечных и короткоцепочечных жирных кислот, а также мононенасыщенных и транс-изомеров. Однако изменения в показателях молочной продуктивности, качества молока и, в частности, жирнокислотного состава характеризовались значительной вариабильностью у коров в обеих группах, что отразилось на величине среднестатистической ошибки, в результате чего эти различия были на уровне значения $P > 0,20$ -0,10.

Литература

1. Харитонов Е. Л. Кормовые и метаболические факторы формирования жирнокислотного состава молока у коров / Е. Л. Харитонов, Д. Е. Панюшкин // Ж. Проблемы биологии продуктивных животных. — 2016. — № 2. — С. 76–106.
2. Страшила Н. Ю. Влияние состава кормов на качество молочной продукции / Н. Ю. Страшила // Ж. Молочная Сфера. — 2014. — № 3(50). — С. 70–71.
3. Рядчиков В. Г. Питание и здоровье высокопродуктивных коров / В. Г. Рядчиков // Политематический сетевой электронный научный журнал, Кубанский ГАУ. — 2012. — № 79. — Р. 147–165.
4. Фомичев Ю. Использование пропиленгликоля и конъюгированной линолевой кислоты в кормлении высокопродуктивных коров / Ю. Фомичев, А. Кузнецов, А. Таранович // Ж. Молочное и мясное скотоводства. — 2006. — № 4. — С. 30–33.
5. Bauman D. E. Nutrition regulation of milk fat synthesis / D. E. Bauman, J. M. Griinari // J. Annual Reviews Nutrition. — 2003. — Vol. 23. — P. 203–227. DOI:10.1146/annurev.nutr.23.011702.03408.
6. Подольников В. Е. Водоросли в рационах животных / В. Е. Подольников // Животноводство России. — 2011. — № 6. — С. 56–57.
7. Gupta S. Prebiotic Efficiency of Blue Green Algae on Probiotics Microorganisms / S. Gupta, C. Gupta, A. P., D. Garg Prakash // Journal of Microbiology Experimentation. — 2017. — Vol. 4. — Issue 4.
8. Титов В. Н., Лисицын Д. М. Жирные кислоты, физиология, химия, биология и медицина. — М., 2006. — 670 с.
9. Jensen R. G. The components of bovine milk lipids / R. G. Jensen // J Dairy Sci. — 2002. — Vol. 85. — P. 295–350. DOI: <https://doi.org/10.18454/IRJ.2016.48.160>.

10. Тёпел А. Липиды и молочный жир, в кн. Тёпел А. Химия и физика молока. СПб, Профессия, 2012, С. 163–230.
11. Кедик С. А., Ярцев Е. И. Гулятьева. Н. В. Спирулина пища XXI века — Москва «ФармаЦентр», 2006, 166 с.
12. Фомичев Ю. П. Никаннова Л. А. Дорошкин В. И. и др. Дигидрокверцетин и арабиногалактан — природные биорегуляторы в жизнедеятельности человека и животных, применение в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. — М.: ИД «Научная библиотека», 2017. — 701 с.
13. Евсенина М. В. Молочная продуктивность коров, состав и физико-химические свойства молока при введении в рацион лактирующих коров микроводоросли // Сборник научных трудов молодых ученых Рязанской ГСХА. Рязань, 2006. — С. 129–131.
14. Rimkus M., Simkus A., Syvys R., Birutis S. Dry powdery fodder additive, supplement or fodder containing algae spirulina platensis. WO2010106468A1.
15. Simkus, A. The Effect of Spirulina Platensis on the Milk Production in Cows / A. Simkus, V. Oberauskas, J. Laugalis et al. // Veterinarija ir zootechnika. — 2007. — № 38(60). — P. 74–77.
16. Kulpys J. Influence of cyanobacteria Arthrospira (Spirulina) platensis biomass additives towards the body condition of lactation cows and biochemical milk indexes / J. Kulpys, E. Paulauskas, V. Pilipavicius, R. Stankevicius // Agronomy Research. — 2009. — № 7(2). — P. 823–835.
17. Ермаков И. Ю. Разработка и технология применения высокоэнергетического корма и его влияние на рубцовое пищеварение и молочную продуктивность / И. Ю. Ермаков, Ю. П. Фомичев, Е. Л. Харитонов, Н. Н. Сулима // Ж. Вестник сельскохозяйственной науки. — 2017. — № 6. — С. 38–43.
18. Лебедев П. Т., Усович А. Г. Методы исследования кормов, органов и тканей животных. М., Россельхозиздат. — 1976. — 389 с.
19. Архипов А. В., Организация контроля полноценности кормления высокопродуктивных коров / А. В. Архипов // Ж. Ветеринария сельскохозяйственных животных. — 2005. — № 8. — С. 61–67.

Fomichev Yr.¹, Ignatieva L.¹, Mishurov A.¹, Ermakov I.²

Fatty acid composition, physical and sanitary indicators of cow milk when using energy feed enriched with microalgae *Spirulina Platensis* and dihydroquercetin

Abstract. *The research was carried out on 2 groups of Holstein cows-analogues in productivity, age and calving times in the transit period. One was a control, the other an experimental one. In addition to the main diet, 150 ml of liquid energy feed based on propylene glycol and glycerol was added to the cows of the experimental group two weeks before calving and 250 ml per day after calving, with the addition of dry microalgae Spirulina Platensis and the antioxidant dihydroquercetin, in a concentration of 0.1% by weight (EBA FA). Inclusion in the diet of cows EBA FA. it had a positive impact on milk productivity, chemical and physical properties and sanitary and hygienic condition of milk. In cows of the experimental group in the 1st and 2nd month of lactation, the average daily milk yield was 26.8 and 29.0 kg with a mass fraction of fat 3.74 and 3.78%, protein 3.32 and 3.07%, including true 3.10 and 2.85% and casein 2.57 and 2.42%; lactose 4.78 and 4.88% and the mass fraction of dry matter 12.72 and 12.51%, respectively, while in the control group cows they were equal in average daily milk yield of 24.0 and 26.5 kg, the mass fraction of fat 3.91 and 3.74%, protein 3.16 and 3.18%, including true 2.95 and 2.86% and casein 2.47 and 2.40%, lactose 4.80 and 4.88% and the mass fraction of dry matter 12.81 and 12.49%. Milk of cows of the experimental group was characterized by lower oxidation and better ORP, lower content of acetone and β -oximabutyric acid. The inclusion of EBA FA in the diet of cows had a positive effect on cows udder health as evidenced by a decrease in the content of somatic cells in the milk of cows of the experimental group by 25.2 and 50.2% in relation to the control, respectively, at the 1st and 2nd month of lactation.*

EBA FA also influenced the composition and dynamics of the content of fatty acids in milk. The fatty acid composition of the milk of cows of the experimental group at the 1st month of lactation was characterized by a lower content of myristic, palmitic, stearic and oleic acids and was characterized by a high content of polyunsaturated acids and transisomers. At the 2nd month, the content of oleic acid increased and the content of monosaturated acids increased compared to the control.

Keywords: dairy cows, physical and chemical indicators, fatty acid composition, feed factors.

Authors:

Fomichev Yu. — Dr. Habil. (Biol. Sci.), Professor, e-mail: urij.fomichev@yandex.ru;

Ignatieva L. — PhD (Agr. Sci.) e-mail ignatieva-lp@mail.ru;

Mishurov A. — PhD (Agr. Sci.), e-mail: a.v.mishurov@mail.ru;

Yermakov I. — PhD (Agr. Sci.) e-mail: iermakoff@gmail.com.

- ¹ Federal scientific center of animal husbandry-VIZ named after academician L. K. Ernst, 142132, Moscow region, Podolsk city district, dubrovitsy village, house 60.
- ² Federal state scientific institution «North-Caucasian zonal research veterinary Institute». 464212 Rostov region, Novocherkassk, Rostov highway d. 0.

References

1. Kharitonov E. L. Fodder and metabolic factors of the formation of fatty acid composition of milk in cows / E. L. Kharitonov, D. E. Panyushkin // J. Problems of biology of productive animals. — 2016. — № 2. — P. 76–106.
2. Strashilina N. Yu. Influence of feed composition on the quality of dairy products / N. Yu. Strashilina // J. Dairy Sphere. — 2014. — № 3(50). — P. 70–71.
3. Ryadchikov V. G. Nutrition and health of highly productive cows / V. G. Ryadchikov // Polythematic network electronic scientific journal, Kuban GAU. — 2012. — № 79. — P. 147–165.
4. Fomichev Y. The use of propylene glycol and conjugated linoleic acid in the feeding of highly productive cows / Y. Fomichev, A. Kuznetsov, A. Taranovich // J. Dairy and beef cattle breeding. — 2006. — № 4. — P. 30–33.
5. Bauman D. E. Nutrition regulation of milk fat synthesis / D. E. Bauman, J. M. Griinari // J. Annual Reviews Nutrition. — 2003. — Vol. 23. — P. 203–227. DOI:10.1146/annurev.nutr.23.011702.03408.
6. Podolnikov V. E. Algae in animal rations / V. E. Podolnikov // Animal husbandry of Russia. — 2011. — № 6. — P. 56–57.
7. Gupta S. Prebiotic Efficiency of Blue Green Algae on Probiotics Microorganisms / S. Gupta, C. Gupta, A. P., D. Garg Prakash // Journal of Microbiology Experimentation. — 2017. — Vol. 4. — Issue 4.
8. Titov V. N., Lisitsyn D. M. Fatty acids, physiology, chemistry, biology and medicine. M.: — 2006, 670 p.
9. Jensen R. G. The components of bovine milk lipids / R. G. Jensen // J Dairy Sci. — 2002. — Vol. 85. — P. 295–350. DOI: <https://doi.org/10.18454/IRJ.2016.48.160>.
10. Tepel A. Lipids and milk fat, in the book. Tepel A. Chemistry and physics of milk. SPb, Profession, 2012, P. 163–230.
11. Kedik S. A., Yartsev E. I. Gulyaeva. N. V. Spirulina food of the XXI century — Moscow «PharmaCenter», 2006, 166 p.
12. Fomichev Yu. P. Nikannova L. A. Doroshkin V. I. et al. Dihydroquercetin and arabinogalactan — natural bioregulators in human and animal life, application in agriculture and food industry. Moscow: Publishing House «Scientific Library», 2017, 701 p.
13. Evsenina M. V. Milk productivity of cows, composition and physicochemical properties of milk with the introduction of microalgae into the diet of lactating cows // Collection of scientific works of young scientists of the Ryazan State Agricultural Academy. Ryazan, 2006. — P. 129–131.
14. Rimkus M., Simkus A., Syvys R., Birutis S. Dry powdery fodder additive, supplement or fodder containing algae *Spirulina platensis*. WO2010106468A1.
15. Simkus, A. The Effect of *Spirulina Platensis* on the Milk Production in Cows / A. Simkus, V. Oberauskas, J. Laugalis et al. // Veterinarija ir zootechnika. — 2007. — № 38(60). — P. 74–77.
16. Kulpys J. Influence of cyanobacteria *Arthrospira (Spirulina) platensis* biomass additives towards the body condition of lactation cows and biochemical milk indexes / J. Kulpys, E. Paulauskas, V. Pilipavicius, R. Stankevicius // Agronomy Research. — 2009. — № 7(2). — P. 823–835.
17. Ermakov I. Yu. Development and technology of high-energy feed application and its influence on cecal digestion and milk productivity / I. Yu. Ermakov, Yu. P. Fomichev, E. L. Kharitonov, N. N. Sulima // Zh. Bulletin of Agricultural Science. — 2017. — № 6. — P. 38–43.
18. Lebedev P. T. Usovich AG Methods of research of feed, organs and tissues of animals. M., Rosselkhozizdat. — 1976. — 389 p.
19. Arkhipov A. V., Organization of control over the nutritional value of highly productive cows / A. V. Arkhipov // J. Veterinary of agricultural animals. — 2005. — № 8. — P. 61–67.