

Влияние инертных жиров на процессы пищеварения и интенсивность раздоя высокопродуктивных коров

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Известно, что высокопродуктивные коровы в первую треть лактации испытывают повышенную потребность в энергии. Одним из эффективных способов повышения энергетической насыщенности рационов является использование защищенных жиров в их кормлении.

Методы. Влияние гидрогенизированного и фракционированного жиров (ГК «ЭФКО», Россия) на процессы рубцового метаболизма, переваримость питательных веществ рационов и интенсивность раздоя молочных коров при скармливании жиров (с 21-го по 120-й день лактации) изучили в опыте, проведенном в экспериментальном хозяйстве «Кленово-Чегодаево» (Москва) на трех группах коров голштинизированной черно-пестрой породы с удоем 7000 кг молока за предыдущую лактацию по 10 голов в каждой.

Результаты. В физиологических исследованиях установлено, что использование защищенных жиров не оказало отрицательного воздействия на процессы рубцового метаболизма и позитивно влияло на тенденцию лучшего переваривания питательных веществ рационов животными I и II опытных групп по сравнению с контролем при повышении переваримости сырого жира на 2,7–3,1 абс. % ($p \leq 0,05$). Учет молочной продуктивности показал, что включения в состав рационов коров опытных групп испытуемых инертных жиров в количестве 300 г/гол/сут с целью повышения КОЭ с 10,7 до 11,0 МДж в 1 кг сухого вещества способствовали увеличению удоя молока 4%-ной жирности за 120 дней лактации на 8,1–9,4% ($p \leq 0,05$) по сравнению с контролем, затраты кормов, выраженные в ЭКЕ, снизились на 5,3%, при этом в молоке коров, которым скармливали фракционированный жир, отмечалось увеличение массовой доли пальмитиновой кислоты на 2,29 абс. % ($p \leq 0,05$) по сравнению с контролем. В целом за 305 дней лактации валовой удой молока 4%-ной жирности у коров опытных групп превышал контроль на 6,2–7,3% ($p \geq 0,05$) при снижении затрат кормов (ЭКЕ) на 4,8%.

Ключевые слова: кормление коров, концентрация обменной энергии, гидрогенизированный жир, фракционированный жир, рубцовый метаболизм, переваримость кормов, молочная продуктивность, жирнокислотный состав

Для цитирования: Головин А.В., Царев Е.А. Влияние инертных жиров на процессы пищеварения и интенсивность раздоя высокопродуктивных коров. *Аграрная наука*. 2023; 370(5): 52–57, <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-370-5-52-57>

© Головин А.В., Царев Е.А.

The influence of inert fats on the processes of digestion and intensity of milking of highly productive cows

ABSTRACT

Relevance. It is known that highly productive cows in the first third of lactation experience an increased need for energy. One of the effective ways to increase the energy saturation of diets is the use of protected fats in their feeding.

Methods. The effect of hydrogenated and fractionated fats (GC «EFKO», Russia) on the processes of rumen metabolism, the digestibility of dietary nutrients and the intensity of milking of highly productive cows, when used in the period from 21 to 120 days of lactation, was studied in an experiment conducted in an experimental farm «Klenovo-Chegodaevo» (Moscow) on three groups of dairy cows of the holsteinized black-and-white breed with a milk yield of 7000 kg of milk for the previous lactation, 10 animals each.

Results. In physiological studies, it was found that the feeding of protected fats did not have a negative effect on the processes of rumen metabolism and had a positive effect on the trend of better digestion of dietary nutrients by animals of I and II experimental groups compared to the control, with an increase in the digestibility of crude fat by 2.7–3.1 abs. % ($p < 0.05$). Accounting for milk productivity showed that the inclusion of inert fats in the diets of cows of the experimental groups in the amount of 300 g/head/day, in order to increase the concentration of metabolic energy from 10.7 to 11.0 MJ per 1 kg of dry matter, contributed to an increase in milk yield 4% fat content for 120 days of lactation by 8.1–9.4% ($p < 0.05$), compared with the control, feed costs, expressed in ME, decreased by 5.3%. At the same time, in the milk of cows fed fractionated fat, an increase in the mass fraction of palmitic acid by 2.29 abs. % ($p < 0.05$), compared with the control. In general, for 305 days of lactation, the gross milk yield of 4% fat in cows of the experimental groups exceeded the control by 6.2–7.3% ($p \geq 0.05$), with a decrease in feed costs (ME) by 4.8%.

Key words: feeding of cows, concentration of metabolic energy, hydrogenated fat, fractionated fat, rumen metabolism, milk production, fatty acid composition

For citation: Golovin A.V., Tsarev E.A. The influence of inert fats on the processes of digestion and intensity of milking of highly productive cows. *Agrarian science*. 2023; 370(5): 52–57, <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-370-5-52-57> (In Russian).

© Golovin A.V., Tsarev E.A.

Введение / Introduction

В новотельный период для обеспечения потребностей в энергии на функционирование организма и выработку молока лактирующие коровы используют собственные запасы жировой ткани до 30% от потребности в ней. Интенсивная мобилизация внутренних резервов связана, как правило, с недостатком энергии, получаемой из кормов, по причине низкого потребления сухого вещества рациона для восполнения ресурсов организма, затрачиваемых на синтез молока, а также гормональными особенностями в этот период, что может вызывать накопление недоокисленных метаболитов, снижение живой массы, ожирение печени и проблемы с воспроизводительной функцией животных [1–3].

Вместе с тем по ряду причин качество объемистых кормов рациона также не всегда удовлетворяет повышенным требованиям высокопродуктивных животных. Например, доля силоса III класса и внеклассного составляет около 20%, сенажа — до 35%, сена — до 42%. Они имеют питательность в 1,5–2 раза ниже, чем аналогичные корма I класса [4]. Дефицит энергии обычно компенсируют увеличением дачи зерновых кормов, однако повышенное содержание в них крахмала может приводить к ацидозу у молочных коров [5].

Альтернативой крахмалистым кормам для повышения энергетической полноценности рационов коров с высокой продуктивностью и увеличения концентрации обменной энергии (КОЭ) в СВ, наряду с использованием качественных кормов основного рациона, является дополнительное включение различных жиров, в том числе растительного происхождения, так как по энергетической ценности они превосходят углеводы более чем в два раза [6].

При этом целесообразно, чтобы содержание жира в рационе кормления коров было эквивалентно 60,0–65,0% суточной продукции молочного жира, что соответствует 4,0–4,5%, так как избыток жира в рационе может уменьшить потребление корма, снизить содержание жира и белка в молоке, а также вызвать расстройство пищеварения. Кроме того, свободный жир, поступивший в рубец, обволакивает частицы клетчатки, делая их недоступными для переваривания микроорганизмами [7].

Всё вышеперечисленное указывает на преимущества защищенных жиров, применение которых минимизирует негативные эффекты, а при их использовании концентрация жира в сухом веществе рациона лактирующих коров может составлять до 6,0% и более [8]. Существуют различные способы защиты жиров, получаемых из растительного сырья, такие как физические (путем выбора или фракционирования жирных кислот, преимущественно насыщенных, с высокой точкой плавления и малым размером частиц), а также химические (преобразованием свободных жирных кислот в их кальциевые соли или с помощью искусственного насыщения ненасыщенных жирных кислот атомами водорода) [9, 10]. В настоящее время на рынке присутствует много инертных жиров, произведенных на основе пальмового или других масел, они несколько различаются между собой, так как в зависимости от способа приготовления имеют разную энергетическую ценность и состав жирных кислот (ЖК).

Так, гидрогенизированные и фракционированные жиры содержат около 99% сырого жира, доля насыщенных ЖК в котором варьирует от 80 до 97%, он

не поддается распаду в рубце благодаря высокой температуре плавления (50–60 °С), а входящие в состав жиров в различных соотношениях пальмитиновая и стеариновая ЖК, наряду с ролью источников энергии, обладают уникальными и специфическими функциями у лактирующих коров, которые связаны с участием данных кислот как в производстве молока, молочного жира, так и в восполнении потерь веса коров [11, 12].

В то же время на переваримость и степень усвояемости жиров в тонком кишечнике оказывает влияние изменение соотношения пальмитиновой к стеариновой кислоте, что, по мнению ряда авторов, связано с различной степенью востребованности этих ЖК как на энергетические цели, так и на процессы молокообразования [13, 14]. Причем свободные ЖК усваиваются лучше, чем триглицериды, то есть на усвоение жиров также оказывает влияние их форма [15].

Наряду с этим, как свидетельствует мировой опыт, использование защищенных растительных жиров, приготовленных по различным технологиям в кормлении высокопродуктивного молочного скота, оправдывается продуктивностью и сохранением здоровья животных [13].

Цель исследований — изучение влияния защищенных растительных жиров, приготовленных по различным технологиям, на процессы пищеварения, интенсивность раздоя и качественный состав молока высокопродуктивных коров в начале лактации.

Материал и методы исследования / Material and methods

Для реализации поставленной цели в 2020 году в экспериментальном хозяйстве «Кленово-Чегодаево» (г. Москва, поселение Кленовское, с. Кленово, Россия) в зимне-стойловый период содержания был проведен научно-хозяйственный опыт на коровах голштинизированной черно-пестрой породы с удоем 7000 кг молока за 305 дней лактации. Для этого отобрали 30 новотельных коров 2–3-й лактации, которых по принципу аналогов распределили в три группы (контрольная, I и II опытные) по 10 голов в каждой. Продолжительность учетного периода опыта составила 100 дней (с 21-й по 120-й день лактации). Содержание коров — стойлово-привязное с выгулом на моцион один раз в день.

Животные всех подопытных групп получали одинаковый рацион кормления коров, состоящий из кормовой смеси (сено злаковое, сенаж многолетних трав, силос кукурузный) и концентрированных кормов (комбикорм-концентрат, жмых подсолнечный и патока кормовая), которые раздавались индивидуально, при этом рацион коров был разработан в соответствии с рекомендациями по детализированному кормлению для данного уровня продуктивности с содержанием КОЭ в СВ 10,7 МДж/кг¹.

На фоне основного рациона коровам I и II опытных групп скармливали защищенные жировые добавки, приготовленные из растительных масел по различным технологиям: соответственно, I группе — гидрогенизированный жир Ultra Feed F (ГК «ЭФКО», Россия), II группе — фракционированный жир Extra Feed F (ГК «ЭФКО», Россия), энергетическая ценность жиров — 37,3 МДж/кг из расчета 300 г/гол/сут, дважды в день по 150 г (во время раздачи концентрированных кормов). Жирнокислотный состав испытанных защищенных жиров в соответствии с протоколами испытаний представлен в таблице 1.

¹ ГОСТ 32255-2013 Молоко и молочная продукция*. Инструментальный экспресс-метод определения физико-химических показателей идентификации с применением инфракрасного анализатора.

Таблица 1. Жирнокислотный состав использованных жиров, %
Table 1. Fatty acid composition of used fats, %

Определяемые показатели	Ultra Feed F	Extra Feed F
Лауриновая кислота C _{12:0}	0,14	0,12
Миристиновая кислота C _{14:0}	1,22	1,14
Пентадекановая кислота C _{15:0}	0,05	0,05
Пальмитиновая кислота C _{16:0}	59,13	76,73
Пальмитолеиновая кислота C _{16:1}	0,02	0,05
Маргариновая кислота C _{17:0}	0,15	0,12
Стеариновая кислота C _{18:0}	30,84	4,40
Олеиновая кислота C _{18:1}	6,48	13,78
Линолевая кислота C _{18:2}	1,39	3,02
Линоленовая кислота C _{18:3}	0,03	0,04
Арахидиновая кислота C _{20:0}	0,39	0,29
Гондоиновая кислота C _{20:1}	0,01	0,02
Бегеновая кислота C _{22:0}	0,19	0,05

Для определения влияния эффективности использования защищенных жиров, приготовленных по различным технологиям, на поедаемость кормов и уровень молочной продуктивности проводили ежедекадный групповой учет задаваемых кормов и их остатков, дважды в месяц — индивидуальный учет молочной продуктивности с однократным определением содержания жира и белка в молоке на инфракрасном анализаторе для определения показателей качества молока Fossomatic™ 7 DC (Дания) в соответствии с ГОСТ 32255-2013². Массовую долю жирных кислот молока определяли от пяти коров-аналогов из каждой группы (в начале, середине и в конце научно-хозяйственного опыта) на хроматографе «Хроматэк-Кристалл 5000.2» (Россия) в соответствии с ГОСТ 32915-2014³.

С целью изучения интенсивности обменных процессов в организме подопытных животных через два месяца после начала учетного периода опыта была изучена концентрация метаболитов рубцового содержимого. Пробы рубцового содержимого отбирались от трех животных из каждой группы при помощи пищевого зонда через три часа после начала утреннего кормления. В пробах рубцового содержимого определяли: концентрацию водородных ионов (*pH*) — на *pH*-метре «Аквилон-410»; содержание аммиачного азота — микродиффузным методом в чашках Конвея; общую концентрацию летучих жирных кислот (ЛЖК) — методом паровой дистилляции на аппарате Маркгама; концентрацию бактерий и простейших — методом разделительного центрифугирования с последующим высушиванием плотного осадка⁴.

На третьем месяце эксперимента на трех коровах из каждой группы провели исследования по изучению переваримости питательных веществ кормов рациона

с использованием метода инертных индикаторов (с применением окиси хрома)⁵. Предварительный период продолжался 14 дней. В течение учетного периода, который составил 5 суток, коровы находились в стойлах, оборудованных индивидуальными кормушками.

Определение химического состава кормов и кала проводили по общепринятым методам зоохимического анализа: сухое вещество и влага — по ГОСТ Р 52838⁶; сырой протеин — по ГОСТ Р 51417⁷; сырая клетчатка — по ГОСТ Р 52839⁸; сырой жир — по ГОСТ 32905-2014⁹; легкопереваримые углеводы (сахар, крахмал) — по ГОСТ 26176¹⁰; безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ) и переваримый протеин (ПП) — расчетным способом; сырая зола — по ГОСТ 26226¹¹; кальций — по ГОСТ 26570¹²; фосфор — по ГОСТ 26657¹³.

Полученные результаты были статистически обработаны с использованием *t*-критерия Стьюдента, достоверными считали различия при $p \leq 0,05$ и $p \leq 0,01$, при $p \leq 0,1$, но $p \geq 0,05$ — тенденция к достоверности полученных данных.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Скармливание испытуемых защищенных жиров коровам опытных групп в количестве 300 г на одну голову в сутки не оказало влияния на потребление кормов основного рациона. В то же время использование защищенных растительных жиров в кормлении коров I и II опытных групп повысило концентрацию обменной энергии и сырого жира в сухом веществе их рационов до 11,0 МДж/кг и 5,3% против 10,7 МДж/кг и 3,9% в контрольной группе.

Наряду с этим способность организма жвачных переваривать большие объемы грубых кормов обусловлена степенью развития микрофлоры рубца. Поэтому особый интерес представляют показатели рубцового метаболизма. Так, для изучения влияния защищенных растительных жиров, приготовленных по различным технологиям (гидрогенизированный и фракционированный), на состояние преджелудочного пищеварения у коров подопытных групп был проведен отбор проб рубцового содержимого через три часа после утреннего кормления.

Из таблицы 2, в которой представлены данные физиологических исследований, видно, что при сравнительно близких значениях *pH* в содержимом рубца животных подопытных групп уровень концентрации аммиака составлял в пределах 9,87–10,72 мг% и был несколько ниже в опытных группах на 5,3–7,9% ($p \geq 0,05$) по сравнению с контролем. При этом общее количество летучих жирных кислот в рубцовом содержимом коров I и II опытных групп, напротив, превосходило контроль на 5,6–7,4% ($p \geq 0,05$).

² ГОСТ 32255-2013 Молоко и молочная продукция*. Инструментальный экспресс-метод определения физико-химических показателей идентификации с применением инфракрасного анализатора.

³ ГОСТ 32915-2014 Молоко и молочная продукция. Определение жирнокислотного состава жировой фазы методом газовой хроматографии.

⁴ Рядчиков В.Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных. Учебно-практическое пособие. Краснодар: КубГАУ. 2012; 328.

⁵ Курилов Н.В. и др. Изучение пищеварения у жвачных. Методические указания. Боровск: ВНИИ физиологии и биохимии питания с.-х. животных. 1987; 96.

⁶ ГОСТ Р 52838-1999 КОРМА. Методы определения содержания сухого вещества

⁷ ГОСТ Р 51417 -1999 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение массовой доли азота и вычисление массовой доли сырого протеина.

⁸ ГОСТ Р 52839 -2007 Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации.

⁹ ГОСТ 32905-2014 (ISO 6492:1999) Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания сырого жира (издание с поправкой).

¹⁰ ГОСТ 26176-2019 Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов (с поправками).

¹¹ ГОСТ 26226-95 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы.

¹² ГОСТ 26570-95 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения кальция.

¹³ 26657-97 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора.

Таблица 2. Результаты физиологических исследований по применению защищенных жиров в кормлении молочных коров

Table 2. Results of physiological studies by application protected fats in dairy cows

Показатель	Группа (n = 3)		
	контрольная	I опытная	II опытная
Концентрация метаболитов рубцового содержимого			
pH	6,88 ± 0,05	6,83 ± 0,06	6,85 ± 0,05
Аммонийный азот, мг%	10,72 ± 0,47	10,15 ± 0,57	9,87 ± 0,48
ЛЖК, ммоль / 100 мл	7,43 ± 0,20	7,85 ± 0,58	7,98 ± 0,36
Простейшие, мг / 100 мл	171,40 ± 4,84	180,87 ± 10,08	188,43 ± 14,49
Бактерии, мг / 100 мл	322,37 ± 25,92	339,33 ± 29,53	376,63 ± 30,48
Всего микробиальной массы, мг / 100 мл	493,77 ± 25,94	520,20 ± 37,72	565,06 ± 43,81
Переваримость питательных веществ, %			
Сухое вещество	69,7 ± 0,42	70,7 ± 0,42	71,0 ± 0,52
Органическое вещество	71,7 ± 0,57	72,5 ± 0,41	73,0 ± 0,49
Протеин	68,6 ± 0,32	69,2 ± 0,50	69,4 ± 0,68
Жир	72,0 ± 0,62	74,7 ± 0,41*	75,1 ± 0,71*
Клетчатка	61,1 ± 1,83	61,3 ± 0,87	61,5 ± 0,21
БЭВ	75,9 ± 0,37	76,6 ± 0,43	77,4 ± 0,57

* Различия статистически достоверны при значении $p \leq 0,05$.

Скармливание коровам опытных групп растительных защищенных жиров в составе рационов оказало положительное влияние на тенденцию увеличения концентрации микробиальной массы в рубцовом содержимом коров опытных групп на 5,4–14,4% ($p \geq 0,05$), причем наиболее выражено она проявилась во II опытной группе при скармливании коровам фракционированного жира Extra Feed F.

В исследованиях по определению переваримости питательных веществ кормов рациона в опытных группах была установлена некоторая тенденция лучшего переваривания сухого и органического веществ, БЭВ, соответственно, на 1,0–1,3 абс. %, 0,8–1,3 абс. % и 0,7–1,5 абс. % по сравнению с контролем (табл. 2). При этом переваримость сырого жира в опытных группах была выше на 2,7–3,1 абс. %, причем различия между контрольной и I, II опытными группами были статистически достоверными ($p \leq 0,05$).

Учет молочной продуктивности показал, что скармливание защищенных жиров в составе рациона оказало позитивное влияние на молочную продуктивность. Так, валовый удой молока натуральной жирности у коров опытных групп за первые 120 дней лактации превосходил контроль на 166–184 кг, в соответствии с этим среднесуточный удой молока натуральной жирности у коров опытных групп был выше контроля на 1,4–1,6 кг, или на 4,5–5,0% (табл. 3).

Массовая доля жира в молоке коров I и II опытных групп превышала контроль, соответственно, на 0,13 абс. % и 0,16 абс. %, в результате чего валовый и среднесуточный удой молока стандартной (4%) жирности у коров I и II опытных групп был выше контроля, соответственно, групп на 281 кг и 328 кг и на 2,3 кг и 2,7 кг, или на 8,1–9,4% ($p \leq 0,05$).

Анализируя данные по выходу молочного жира, можно отметить, что скармливание в составе рациона коровам опытных групп защищенных жиров способствовало увеличению выхода молочного жира по сравнению с контрольной группой на 11,3–13,2 кг, или на 8,1–9,5%, причем различия с контролем по выходу молочного жира в группе коров, которым скармливали фракционированный жир, были достоверными ($p \leq 0,05$).

Основными показателями, характеризующими эффективность отрасли животноводства, являются затраты

кормов на единицу продукции. Так, коровы I и II опытных групп на 1 кг молока стандартной (4%) жирности затрачивали меньше кормов, выраженных в энергетических кормовых единицах (ЭКЕ) [16], на 5,3%. Аналогичная картина наблюдалась и по затратам, выраженным в сухом веществе и концентрированных кормах, соответственно, на 7,1% и 5,7–6,8% по сравнению с контролем.

С целью установления влияния скармливания рационов кормления коров с различным уровнем концентрации сырого жира в СВ, соответственно, 3,9% в контроле и 5,3% в опытных группах с 21-го по 120-й день лактации за счет использования защищенных растительных жиров, приготовленных по различным технологиям, учет показателей молочной продуктивности коров подопытных групп продолжался в течение 305 дней лактации.

Из данных (табл. 3) видно, что повышение концентрации сырого жира в сухом веществе рационов кормления коров опытных групп в период раздоя до 5,3% оказало положительное влияние на тенденцию роста уровня молочной продуктивности и в последующие периоды лактации. В результате чего валовый удой молока натуральной жирности у коров опытных групп превышал контроль на 329 кг и 372 кг, или 4,3% и 4,8%, соответственно, групп, а по удою молока стандартной (4,0%) жирности различия с контролем составили 6,2–7,3% ($p \geq 0,05$). Выше в опытной группе по сравнению с контролем был и выход молочного жира и белка в целом за 305 дней лактации, соответственно, на 6,2–7,3% и 4,6–5,5%, причем различия по выходу молочного жира между контролем и группой коров, которые получали в составе рациона фракционированный жир, были достоверными ($p \leq 0,05$).

Таблица 3. Результаты учета молочной продуктивности при использовании защищенных жиров в рационах кормления коров

Table 3. Results of accounting for milk productivity when using protected fats in cow diets

Показатель	Группа (n = 10)		
	контрольная	I опытная	II опытная
Первые 120 дней лактации			
Валовый удой молока натуральной жирности, кг	3688 ± 93	3854 ± 102	3872 ± 99
Содержание сухого вещества, %	12,57 ± 0,18	12,75 ± 0,16	12,80 ± 0,17
Массовая доля жира, %	3,77 ± 0,21	3,90 ± 0,19	3,93 ± 0,23
Массовая доля белка, %	3,07 ± 0,12	3,09 ± 0,15	3,10 ± 0,13
Среднесуточный удой молока 4%-ной жирности, кг	28,97 ± 0,75	31,31 ± 0,82 [*]	31,70 ± 0,93 [*]
Выход молочного жира, кг	139,0 ± 3,72	150,3 ± 4,17	152,2 ± 4,38 [*]
Выход молочного белка, кг	113,5 ± 3,21	119,1 ± 3,59	120,1 ± 3,38
Затраты кормов на 1 кг молока 4%-ной жирности			
ЭКЕ	0,75	0,71	0,71
Сухого вещества, кг	0,70	0,65	0,65
Концентратов с патокой, г	441	416	411
За 305 дней лактации			
Валовый удой молока натуральной жирности, кг	7703 ± 129	8032 ± 143	8075 ± 137
Массовая доля жира, %	3,79 ± 0,19	3,86 ± 0,17	3,88 ± 0,20
Массовая доля белка, %	3,10 ± 0,13	3,11 ± 0,14	3,12 ± 0,15
Среднесуточный удой молока 4%-ной жирности, кг	23,93 ± 0,85	25,41 ± 0,91	25,68 ± 1,01
Выход молочного жира, кг	291,9 ± 5,72	310,0 ± 6,57	313,3 ± 6,89 [*]
Выход молочного белка, кг	238,8 ± 4,78	249,8 ± 4,49	251,9 ± 4,64
Затраты кормов на 1 кг молока 4%-ной жирности			
ЭКЕ	0,83	0,79	0,79
Сухого вещества, кг	0,81	0,77	0,76
Концентратов с патокой, г	426	405	400

* Различия статистически достоверны при значении $p \leq 0,05$.

Затраты кормов на продуцирование 1 кг молока стандартной (4,0%) жирности, выраженные в ЭКЕ, в опытных группах были ниже контроля на 4,8%.

Также в период скармливания защищенных жиров были проведены исследования жирнокислотного состава молочного жира в образцах молока. Пробы молока отбирали от пяти коров из каждой группы. Уровень наиболее значимых по объему жирных кислот (миристиновая, пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая) молока был в норме (ГОСТ 32261-2013). Незначительно больше миристиновой кислоты содержалось в образцах молока, полученных от коров опытной группы, которым скармливали гидрогенизированный растительный жир, в молоке коров этой же группы было выше и содержание стеариновой и пальмитиновой кислот по сравнению с контролем, соответственно, на 1,01 абс. % и 1,56 абс. %. Массовая доля пальмитиновой, олеиновой и линолевой кислот была больше в образцах молока, полученных от коров из группы, которым скармливали фракционированные жирные кислоты, причем различия по содержанию массовой доли пальмитиновой кислоты были достоверными по сравнению с контрольной группой и составили 2,29 абс. % (табл. 4).

Исследования показали, что повышение концентрации сырого жира в сухом веществе рациона кормления коров с продуктивностью 7000 кг молока за 305 дней лактации с 3,9% до уровня 5,3% с 21-го по 120-й день лактации (за счет скармливания гидрогенизированного и фракционированного растительных жиров в количестве 300 г/гол/сут) оказало положительное влияние на молочную продуктивность, которое проявляется в увеличении удоя молока 4%-ной жирности ($p \leq 0,05$ в обоих случаях), при этом увеличился выход молочного жира ($p \leq 0,05$ во втором случае) и белка, в то же время скармливание коровам II опытной группы фракционированного пальмового жира оказывало несколько более выраженный положительный эффект как на рост уровня молочной продуктивности, так и на снижение затрат кормов на его продуцирование. По жирнокислотному составу отмечалось достоверное увеличение ($p \leq 0,05$) по сравнению с контролем массовой доли пальмитиновой кислоты в молоке коров, которым скармливали фракционированный растительный жир. В целом

Таблица 4. Содержание основных жирных кислот в молоке коров в период скармливания защищенных жиров, %.

Table 4. The content of essential fatty acids in cow's milk during the period of feeding protected fats, %

Показатель	Группа (n = 5)			ГОСТ 32261-2013
	контрольная	I опытная	II опытная	
Миристиновая кислота (C 14:0)	11,03 ± 0,76	11,41 ± 0,69	11,23 ± 0,63	8,0–13,0
Пальмитиновая кислота (C 16:0)	26,89 ± 0,74	28,45 ± 0,98	29,18 ± 0,66*	21,0–33,0
Стеариновая кислота (C 18:0)	12,38 ± 0,70	13,39 ± 0,35	12,79 ± 0,45	8,0–13,5
Олеиновая кислота (C 18:1)	26,06 ± 0,84	27,36 ± 0,94	27,89 ± 0,95	20,0–32,0
Линолевая кислота (C 18:2)	4,24 ± 0,17	4,51 ± 0,21	4,59 ± 0,41	2,2–5,5

* Различия статистически достоверны при значении $p \leq 0,05$.

за 305 дней лактации валовый удой молока стандартной (4,0%) жирности у коров опытных групп превышал контроль на 6,2–7,3% ($p \geq 0,05$) при снижении затрат кормов (ЭКЕ) на 4,8%.

Выводы / Conclusion

Таким образом, использование защищенных жиров Ultra Feed F и Extra Feed F в кормлении коров с продуктивностью 7000 кг молока за лактацию для повышения КОЭ в СВ рациона с 10,7 до 11,0 МДж/кг в период раздоя (при скармливании 300 г/гол/сут) не оказало отрицательного воздействия на процессы рубцового метаболизма и позитивно влияло на тенденцию лучшего переваривания питательных веществ животными I и II опытных групп по сравнению с контролем при достоверном повышении переваримости сырого жира на 2,7–3,1 абс. % ($p \leq 0,05$), что положительным образом отразилось как на увеличении удоя молока в пересчете на 4%-ную жирность за 120 дней лактации на 8,1–9,4% ($p \leq 0,05$) по сравнению с контролем, так и на выход молочного жира и белка на 8,1–9,5% ($p \leq 0,05$ во втором случае) и 4,9–5,8% соответственно, а затраты кормов (ЭКЕ) на 1 кг молока снизились на 5,3%. В целом за 305 дней лактации удой молока в пересчете на 4%-ную жирность у коров опытных групп превышал контроль на 6,2–7,3% ($p \geq 0,05$) при снижении затрат кормов (ЭКЕ) на 4,8%.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ:

Работа выполнена при финансовой поддержке фундаментальных научных исследований Минобрнауки РФ (№ государственного учета НИОКТР АААА-А18-118021590136-7).

FUNDING:

The work was supported by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation for fundamental scientific research (state registration No. NIOKTR AAAAA-18-118021590136-7).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Головин А.В., Некрасов Р.В., Харитонов Е.Л. Использование липидосодержащих энергетических концентратов различного происхождения в кормлении молочных коров. Монография. Дубровицы: ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. 2020; 120. <https://elibrary.ru/jlimhh>
2. Grummer R.R. Nutritional and management strategies for the prevention of fatty liver in dairy cattle. *The Veterinary Journal*. 2008; 176(1): 10–20. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.033>
3. Wathes D.C. et al. Influence of negative energy balance on cyclicity and fertility in the high producing dairy cow. *Theriogenology*. 2007; 68(S1): S232–S241. <https://doi.org/10.1016/J.THERIOGENOLOGY.2007.04.006>

REFERENCES

1. Golovin A.V., Nekrasov R.V., Kharitonov E.L. The use of lipid-containing energy concentrates of various origins in the feeding of dairy cows. Monograph. Dubrovitsy: Federal Science Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst. 2020; 120. (In Russian) <https://elibrary.ru/jlimhh>
2. Grummer R.R. Nutritional and management strategies for the prevention of fatty liver in dairy cattle. *The Veterinary Journal*. 2008; 176(1): 10–20. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.033>
3. Wathes D.C. et al. Influence of negative energy balance on cyclicity and fertility in the high producing dairy cow. *Theriogenology*. 2007; 68(S1): S232–S241. <https://doi.org/10.1016/J.THERIOGENOLOGY.2007.04.006>

4. Погребняк В., Саландаев К., Трубочанинова Н., Дуюн А. В России развивается промышленное производство защищенных жиров. *Комбикорма*. 2020; (5): 10–12. <https://doi.org/10.25741/2413-287X-2020-05-1-100>
5. Кирилов М.П., Виноградов В.Н., Дуборезов В.М., Первов Н.Г., Некрасов Р.В., Киринос И.О. Система кормления высокопродуктивных коров в сухостойный и новотельный периоды. Дубровицы: *ВНИИЖ*. 2008; 64. <https://elibrary.ru/sfdgpr>
6. Головин А., Гусев И., Таранович А. Эффективность повышения уровня обменной энергии в рационах высокопродуктивных коров при использовании сухих пальмовых жиров. *Молочное и мясное скотоводство*. 2012; (1): 23–25. <https://elibrary.ru/opfvmr>
7. Глухов Д.В. Защищенные жиры. Давайте разберемся. *Эффективное животноводство*. 2012; (5): 12–16.
8. Manriquez D., Chen L., Melendez P., Pinedo P. The effect of an organic rumen-protected fat supplement on performance, metabolic status, and health of dairy cows. *BMC Veterinary Research*. 2019; 15: 450. <https://doi.org/10.1186/s12917-019-2199-8>
9. Морозова Л. «Защищенный» жир «Энерфло» в рационах высокопродуктивных коров. *Молочное и мясное скотоводство*. 2011; (2): 14–17. <https://elibrary.ru/ndztvn>
10. Свирид А.И., Гамко Л.Н. Использование «защищенных» жиров в рационах высокопродуктивных коров. *Аграрная наука*. 2016; (8): 25, 26. <https://elibrary.ru/wmwcer>
11. Loften J.R., Lynn J.G., Drakley J.K., Jenkins T.C., Soderholm C.G., Kertz A.F. Invited review: Palmitic and stearic acid metabolism in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2014; 97(8): 4661–4674. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-7919>
12. Weiss W.P., Pinos-Rodríguez J.M., Wyatt D.J. The value of different fat supplements as sources of digestible energy for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2011; 94(2): 931–939. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3745>
13. Palmquist D.L., Jenkins T.C. A 100-Year Review: Fat feeding of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2017; 100(12): 10061–10077. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12924>
14. Western M.M., de Souza J., Lock A.L. Effect of commercially available palmitic and stearic acid supplements on nutrient absorption and production response of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2020; 103(6): 5131–5142. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17242>
15. Oyebade A., Lifshitz L., Lehrer H., Jacoby S., Portnick Y., Moallem U. Saturated fat supplemented in the form of triglycerides decreased digestibility and reduced performance of dairy cows as compared to calcium salt of fatty acids. *Animal*. 2020; 14(5): 973–982. <https://doi.org/10.1017/S1751731119002465>
4. Pogrebnyak V., Salandaev K., Trubchaninova N., Duyun A. Industrial production of protected fats is developing in Russia. *Kombikorma*. 2020; (5): 10–12. (In Russian) <https://doi.org/10.25741/2413-287X-2020-05-1-100>
5. Kirilov M.P., Vinogradov V.N., Duborezov V.M., Pervov N.G., Nekrasov R.V. Feeding system of highly productive cattle in the dry and fresh periods. Dubrovitsy: *All-Russian Research Institute for Animal Husbandry*. 2008; 64. (In Russian) <https://elibrary.ru/sfdgpr>
6. Golovin A., Gusev I., Taranovich A. Efficiency of increase of level of exchange energy in diets of highly productive cows at use of dry palm fats. *Dairy and Beef Cattle Farming*. 2012; (1): 23–25. (In Russian) <https://elibrary.ru/opfvmr>
7. Glukhov D.V. Protected fats. Let's figure it out. *Effektivnoe zhivotnovodstvo*. 2012; (5): 12–16. (In Russian)
8. Manriquez D., Chen L., Melendez P., Pinedo P. The effect of an organic rumen-protected fat supplement on performance, metabolic status, and health of dairy cows. *BMC Veterinary Research*. 2019; 15: 450. <https://doi.org/10.1186/s12917-019-2199-8>
9. Morozova L. The "protected" fat "Enerflo" in diets of highly productive cows. *Dairy and Beef Cattle Farming*. 2011; (2): 14–17. (In Russian) <https://elibrary.ru/ndztvn>
10. Svirid A.I., Gamko L.N. The use of "protected" fats in the diets of highly productive cows. *Agrarian science*. 2016; (8): 25, 26. (In Russian) <https://elibrary.ru/wmwcer>
11. Loften J.R., Lynn J.G., Drakley J.K., Jenkins T.C., Soderholm C.G., Kertz A.F. Invited review: Palmitic and stearic acid metabolism in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2014; 97(8): 4661–4674. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-7919>
12. Weiss W.P., Pinos-Rodríguez J.M., Wyatt D.J. The value of different fat supplements as sources of digestible energy for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2011; 94(2): 931–939. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3745>
13. Palmquist D.L., Jenkins T.C. A 100-Year Review: Fat feeding of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2017; 100(12): 10061–10077. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12924>
14. Western M.M., de Souza J., Lock A.L. Effect of commercially available palmitic and stearic acid supplements on nutrient absorption and production response of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2020; 103(6): 5131–5142. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17242>
15. Oyebade A., Lifshitz L., Lehrer H., Jacoby S., Portnick Y., Moallem U. Saturated fat supplemented in the form of triglycerides decreased digestibility and reduced performance of dairy cows as compared to calcium salt of fatty acids. *Animal*. 2020; 14(5): 973–982. <https://doi.org/10.1017/S1751731119002465>

ОБ АВТОРАХ:

Александр Витальевич Головин,
доктор биологических наук, профессор,
Федеральный исследовательский центр животноводства
им. академика Л.К. Эрнста,
пос. Дубровицы, 60, Московская обл., 142132, Россия
alexgol2010@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9853-1106>

Евгений Александрович Царев,
соискатель,
Федеральный исследовательский центр животноводства
им. академика Л.К. Эрнста,
пос. Дубровицы, 60, Московская обл., 142132, Россия
odin1985@mail.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Alexander Vitalievich Golovin,
Doctor of biological sciences, professor,
Federal Research Center for Animal Husbandry
named after Academy Member L.K. Ernst,
60 Dubrovitsy, Moscow region, 142132, Russia
alexgol2010@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9853-1106>

Evgeny Alexandrovich Tsarev,
Degree Candidate,
Federal Research Center for Animal Husbandry
named after Academy Member L.K. Ernst,
60 Dubrovitsy, Moscow region, 142132, Russia
odin1985@mail.ru