УДК 636.084/.087 https://doi.org/10.21603/1019-8946-2024-5-2

# ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ «ЗАЩИЩЕННЫХ» ЖИРОВ В РАЦИОНАХ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ*

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

**Александр Андреевич Наконечный**, старший научный сотрудник
**Александра Леонидовна Дыдыкина**, старший научный сотрудник
E-mail: nakal1723@yandex.ru
**Наталья Ивановна Волкова**, канд. биол. наук, старший научный сотрудник
Архангельский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – Приморский филиал Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаверова, пос. Луговой

Изучено влияние разного количества жиров в рационах коров холмогорской породы на показатели молочной продуктивности, качества молока и экономическую эффективность. Увеличение содержания защищенных жиров в рационах высокопродуктивных молочных коров в разгар лактации на 32,6 % (с 771,9 г до 1023,9 г) за счет ввода 300 г/гол в сутки кальциевых солей жирных кислот способствовало увеличению молочной продуктивности на 8,0 % ($P$ = 0,95). Изменение уровня липидов улучшило качественные показатели молока, увеличив в нем содержание массовых долей жира (на 0,05 абс.%) и белка (на 0,03 абс.%). Отмечено незначительное увеличение содержания СОМО в молоке коров опытной группы на 0,052 абс.%. Ввод защищенных жиров не оказал существенного влияния на уровень мочевины в молоке, незначительно (на 2,9 мг/100 мл) увеличив данный показатель у опытной группы до значения 21,1 мг/100 мл, что соответствует рекомендуемым нормам и свидетельствует о сбалансированном кормлении. Выявлена умеренная положительная корреляция ($r$ = 0,35) между энергией рациона, содержащего кальциевые соли жирных кислот, и продуктивностью животных. При изучении технологических свойств молока не выявлено существенного влияния защищенных жиров на продолжительность свертывания и выход творога. Анализ экономической эффективности применения защищенного жира показал увеличение прибыли при реализации молока на 15,5 % за период проведения опыта.

**Ключевые слова**: холмогорский крупный рогатый скот, молочная продуктивность, качество молока, уровень липидов, биологическая ценность молока, кормление

**Для цитирования**: Наконечный, А. А. Влияние уровня «защищенных» жиров в рационах высокопродуктивных коров на молочную продуктивность / А. А. Наконечный, А. Л. Дыдыкина, Н. И. Волкова // Молочная промышленность. 2024. № 5. С 77–83. https://www.doi.org/10.21603/1019-8946-2024-5-2

## ВВЕДЕНИЕ

В рационе молочных коров, как правило, содержится незначительное количество липидов (жиров) – порядка 4–6 %. Но, тем не менее, нельзя недооценивать роль липидов в рационе, так как они играют важную роль в метаболизме питательных веществ в организме животных. Так, около 50 % жира в молоке коровы образуется из липидов рациона, содержащих максимальное количество энергии [1].

После отела до наступления пика продуктивности корова может потерять до 100 кг в живой массе. Этот период является наиболее ответственным в обеспечении питательными веществами [2]. Дефицит энергии и основных метаболитов, участвующих в синтезе молока, компенсируется путем их резервной мобилизации из жирового депо организма и диссимиляции тканевых белков. Коровы с высокой продуктивностью теряют 10–30 % жира и 10–25 % белка организма в первые месяцы лактации. Значительная часть молока (более 1 тыс. кг) синтезируется из жировых запасов, а из белков тела – немногим более 100 кг. Данный процесс молокообразования с использованием резервов организма запускается сразу после отела [3].

Однако, даже при выполнении всех рекомендуемых норм при расчете рационов высокоудойных коров, может возникнуть недостаток в энергии и протеине, так как на 7–28 день лактации при максимальном уровне продуктивности, удерживающемся на протяжении 90–120 дней, животные физически не в состоянии потребить необходимое количество сухого вещества рациона. Максимальное усвоение питательных веществ у коров наступает лишь спустя 10–12 недель после рождения теленка, поэтому в начале процесса молокообразования возникает недостаток энергии из-за рассогласованности между потребностью и потреблением питательных веществ, необходимых для синтеза молока [4].

Для компенсации энергетического дефицита в рационах высокопродуктивных коров применяются так называемые «защищенные» жиры, не подверженные распаду микрофлорой рубца. Главный плюс таких жиров

*Работа выполнена в рамках государственного задания по теме FUUW–2022-0033 «Разработать систему формирования продуктивного генофонда пород сельскохозяйственных животных, обеспечивающую их сохранность и совершенствование в условиях Крайнего Севера».

в том, что, проходя транзитом рубец жвачных животных, содержащиеся в них ненасыщенные жирные кислоты не оказывают негативного воздействия на активность микрофлоры, расщепляющей клетчатку [5, 6].

При производстве защищенных от распада в рубце жиров на основе растительных масел применяются всевозможные способы их защиты: физические (фракционирование жирных кислот, главным образом насыщенных), химические (путем преобразования жирных кислот в их кальциевые соли), а также при искусственном насыщении жирных кислот атомами водорода. Все они различаются содержанием обменной энергии и техническими характеристиками [1, 5].

Так, кальциевые соли жирных кислот (КСЖК) более термоустойчивы и отличаются стабильностью в нейтральных и слабокислых средах. Такие жиры являются легко усвояемыми благодаря высокому содержанию ненасыщенных кислот, концентрация которых может достигать 50 %. Наибольшую долю ненасыщенных кислот занимает олеиновая. Содержащиеся в КСЖК насыщенные кислоты имеют большую долю пальмитиновой, особенно необходимой в процессе молокообразования. Кальций, которым богат данный вид защищенных жиров, отщепляется в сычуге от жирных кислот и пассивно усваивается в тонком кишечнике[1]. Увеличение соотношения между пальмитиновой и стеариновой кислотами ведет к росту переваримости и усвояемости жиров в тонком кишечнике. Мировая практика применения в кормлении высокопродуктивных молочных коров защищенных от распада в рубце жиров показывает их эффективность в повышении молочной продуктивности и сохранении здоровья животных [7, 8].

Проблема повышения энергетической питательности рационов высокопродуктивных молочных коров в разгар лактации с использованием «защищенных жиров» является актуальной в условиях северных регионов.

**Цель исследований** заключалась в изучении влияния рационов с разным соотношением «защищенных жиров» на молочную продуктивность и качество получаемого молока, а также на биохимический статус крови и воспроизводительные качества высокопродуктивных коров в период раздоя.

Источник изображения: unsplash.com

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальные исследования выполнялись в 2023 году в ООО «Агрофирма «Холмогорская» Холмогорского района Архангельской области в течение 100 дней. Постановка научного эксперимента проводилась по общепринятой методике[2] на коровах методом пар-аналогов при стойловой системе содержания. Были сформированы опытная и контрольная группы по 10 голов в каждой. В качестве липидной добавки к рационам опытных животных был использован «защищенный» жир Energizer Gold, представляющий собой кальциевые соли жирных кислот (КСЖК) в количестве 0,3 кг на голову в сутки. Добавка скармливалась в сухом виде в утреннее кормление. [9]

Коровы контрольной группы получали основной рацион, составленный специалистами хозяйства с учетом продуктивности 30 кг молока. Рацион состоял из 42 кг силоса, раздаваемого коровам ежедневно, травяной муки, «защищенного» жира Energizer Gold и концентратов. Концентрированные корма животные получали из расчета 300 г на выдоенный литр.

[1]Типы защищенных жиров и их отличия [Электронный ресурс]. URL: https://m-ty.ru/tipy-zashhishhennyx-zhirov-i-ix-otlichiya/?ysclid=lp46lsgeam243763359 (дата обращения 15.01.2024).
[2]Овсянников, А. И. Основы опытного дела в животноводстве: учебное пособие / А. И. Овсянников. – М.: Колос, 1976. – 304 с.

Источник изображения: unsplash.com

Молочная продуктивность коров учитывалась путем проведения контрольных доений каждые 15 дней. При проведении контрольного доения учитываются следующие показатели: дата проведения контрольного доения; кличка; идентификационный номер животного; удой за I-ое и II-ое доение; удой за сутки.

Для определения качества молока от каждого сеанса доения отбирали суточную пробу молока в отдельную тест-тару по 40 мл. Селекционный контроль качества молока определяли на высокоскоростном инфракрасном анализаторе молока «Бентли 2000» в аналитической лаборатории ПФ ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН – АрхНИИСХ.

Состав и физико-химические свойства молока изучали на соответствие с требованиями Технического регламента Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013).

Оценку технологических свойства молока (время сычужного свертывания) проводили по методике З. Х. Диланяна[3], используя основной прием – свертывание молока под действием сычужного фермента. Выход творога определяли в молочной лаборатории ООО «Агрофирма «Холмогорская».

Полученные результаты научных исследований обработаны методом вариационной статистики [10] с использованием стандартного пакета статистического анализа Microsoft Exsel. Достоверность полученных результатов оценивалась с использованием критерия Стьюдента.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Заготавливаемые корма в агрофирме содержат в своем составе невысокое количество обменной энергии (8,47 МДж) и сырого протеина (10,2 %), что требует применения дорогостоящих концентрированных кормов для покрытия дефицита питательных веществ.

Для повышения энергетической питательности в рацион опытной группы коров был введен «защищенный» жир Energizer Gold, представляющий собой кальциевые соли жирных кислот, в количестве 0,3 кг на голову в сутки. Добавка скармливалась в сухом виде в утреннее кормление. Коровы контрольной группы получали только основной общехозяйственный рацион. Животные всех групп на период опыта были обеспечены питательными веществами и энергией как для поддержания жизни, так и для синтеза продукции.

Молочная продуктивность коров – главный критерий для оценки сбалансированности кормления и продуктивного действия рационов. В наших исследованиях молочная продуктивность оценивалась на основании проводимых каждые 15 дней контрольных доений с последующим анализом качества молока по основным показателям.

На рисунке 1 представлены показатели качества молока по группам животных за период опыта в разрезе контрольных доений, проводимых 2 раза в месяц.

При анализе данных, представленных на рисунке видно, что разное соотношение количества липидов в рационе оказало положительное влияние на молочную продуктивность коров опытной группы. Разница по продуктивности между опытной и контрольной группами составила 0,8–2,9 кг на голову в сутки ($p \geq 0,05$) в пользу животных опытной группы, потреблявших защищенный жир.

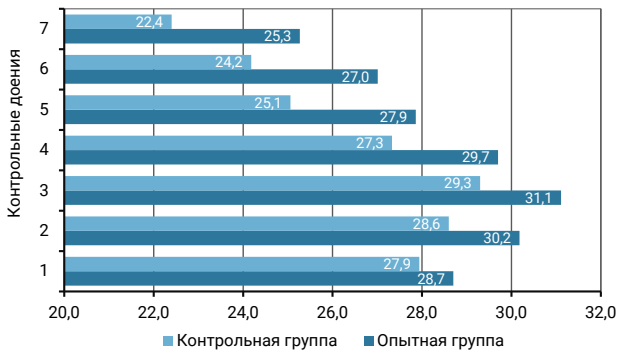



Рисунок 1. Молочная продуктивность исследуемых животных

[3]Твердохлеб, Г. В. Технология молока и молочных продуктов / Г. В. Твердохлеб, З. Х. Диланян, Л. В. Чекулаева, Г. Г. Шиллер. – М.: Агропромиздат, 1991. – 463 с.

Источник изображения: unsplash.com

Одним из важнейших показателей оценки молочной продуктивности является содержание массовой доли жира в молоке. Данный показатель отражает энергетическую и питательную ценность молока, а также влияет на его себестоимость. Молочный жир наиболее подвержен воздействию условий кормления, периода лактации, физиологического состояния животных и ряду других факторов. По массовой доле жира выявились различия между группами (рис. 2).

Так, в первые два месяца применения кальциевых солей жирных кислот (КСЖК), в опытной группе наблюдалось значительное повышение содержания жира – на 0,08–0,27 %. Это объясняется тем, что содержащаяся в защищенном жире пальмитиновая кислота, как основной компонент молочного жира, способствует росту не только молочной продуктивности, но и жирномолочности коров. В то же время избыток данной насыщенной жирной кислоты в молочном жире снижает текучесть молока и организм животного уменьшает поступление пальмитиновой кислоты в процессе метаболизма липидов. В результате в определенный момент, обычно на 70–90 день лактации, происходит падение жирности молока без ущерба молочной продуктивности, т. е. срабатывают ограничивающие свойства организма коровы поддерживать текучесть молока [11].

Белковомолочность – важный показатель молочной продуктивности коров, поэтому ввод в рацион КСЖК хоть и незначительно (на 0,04 абс. %), но повысил массовую долю молочного белка у животных опытной группы ($p \leq 0{,}05$). Необходимо отметить, что уровень белка в молоке в большей степени зависит от соотношения летучих жирных кислот в молоке, а их количество регулируется содержанием в рационе протеина, легкодоступных углеводов и ферментативной активностью микрофлоры.

По уровню мочевины, характеризующем уровень всасывания аммонийных форм у животного, данный показатель на протяжении опыта находился в пределах нормы (15–30 мг%) у обоих групп, но в молоке коров опытной группы все же выявлено некоторое повышение уровня мочевины по сравнению с молоком коров контрольной группы – на 1,2 мг% ($p \geq 0{,}05$).

Количество сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) отображает биологическую полноценность молока, так как в нем содержатся все необходимые, незаменимые для человека вещества. Результаты исследований позволили сделать вывод, что содержание СОМО изменяется в зависимости от уровня липидов в пользу животных опытной группы (рис. 3).

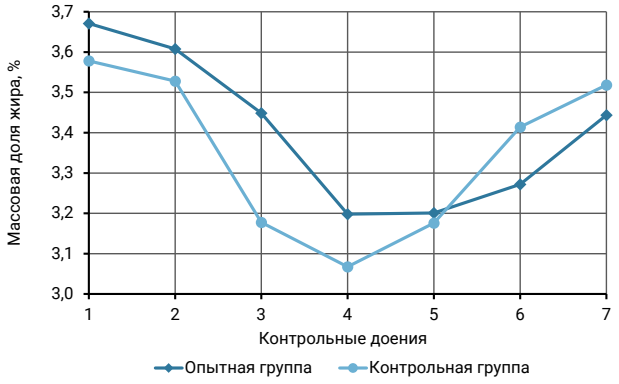



Рисунок 2. Массовая доля жира в молоке исследуемых животных

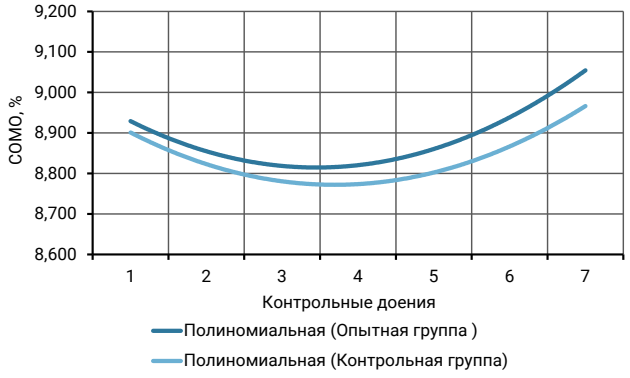



Рисунок 3. Содержание СОМО в молоке исследуемых животных

В среднем за период опыта разница по СОМО в молоке исследуемых групп составила 0,052 абс.% ($p \leq 0,05$).

Жировые компоненты рациона, обладая самой высокой энергоемкостью, оказывают сильное влияние на эффективность и механизмы энергетического обмена. Конечные продукты переваривания, усваивающиеся в пищеварительном тракте у жвачных животных, отличается от моногастричных низкими соотношениями обменной энергии глюкозы и жирных кислот к общему количеству энергии. Основные источники энергии у жвачных – это аминокислоты (до 25 %) и летучие жирные кислоты (до 35 %).

С увеличением молочной продуктивности у коров, валового выхода жира за лактацию снижаются затраты обменной энергии на образование 1 кг молока (табл. 1).

Так, в опытной группе животных удой за период опыта составил 28 547,14 кг, что на 8,1 % выше, чем в контрольной группе, не получавшей КСЖК. Наилучший показатель расхода обменной энергии на образование 1 кг молока составил 7,99 МДж у опытной группы, получавшей КСЖК дополнительно к основному рациону. По этому показателю сверстницы из контрольной группы превосходили на 3,5 % ($p \geq 0,05$).

Самый высокий коэффициент конверсии обменной энергии (ККОЭ) – 34,04 % – был у коров опытной группы, получавших КСЖК. Их превосходство над контрольной группой, не получавшей защищенный жир, составило 1,51 % ($p \geq 0,05$).

**Таблица 1**
**Коэффициент конверсии энергии корма в пищевой жир и энергию молока**

| Показатель | Опытная | Контрольная |
|---|---|---|
| Удой за 100 дней лактации, кг | 28 547,14 | 26 401,43 |
| Среднее содержание жира, % | 3,41 | 3,35 |
| Затраты: | | |
| обменной энергии, МДж | 228 300,0 | 218 400,0 |
| сырого жира, кг | 1023,9 | 711,9 |
| Выход в кг молока: | | |
| жира, г | 34,1 | 33,5 |
| энергии, МДж | 2,72 | 2,69 |
| Валовый выход жира, кг | 973,46 | 884,45 |
| Расход обменной энергии корма на 1 кг молока, МДж | 7,99 | 8,27 |
| ККОЭ, % | 34,04 | 32,53 |

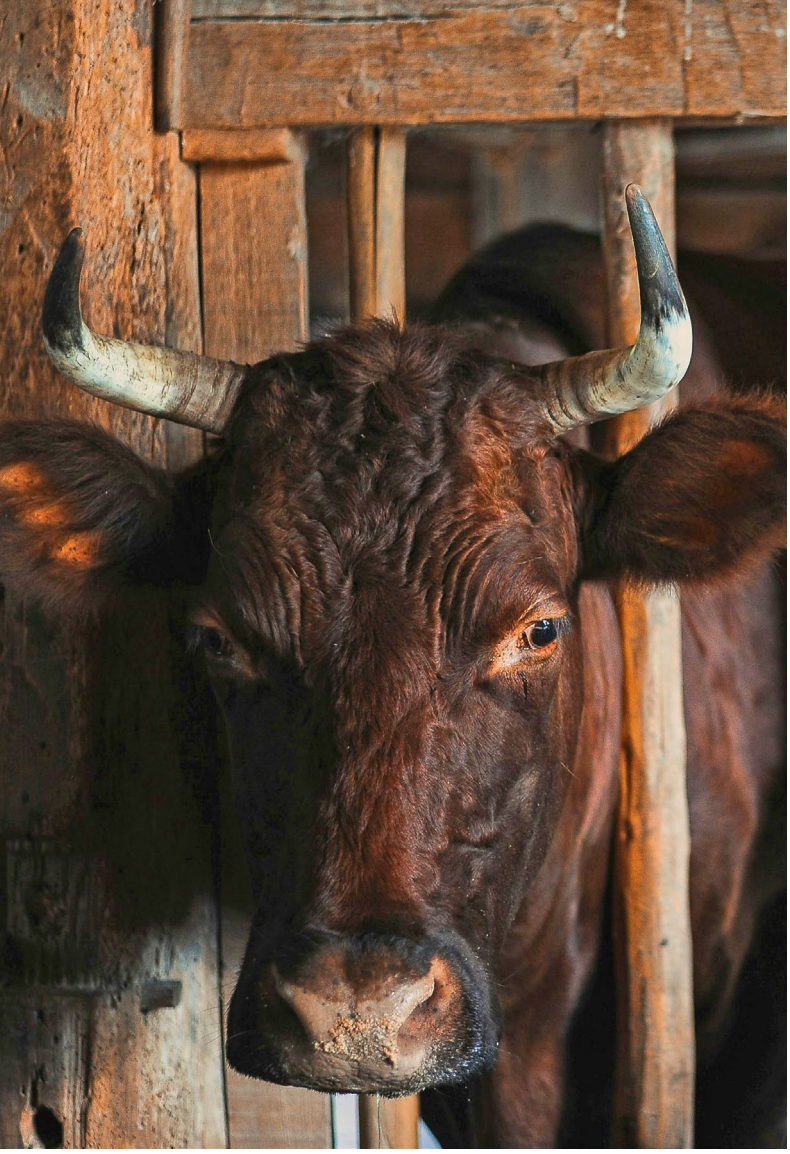
Для определения корреляционной связи влияния ввода в рацион защищенного жира в виде кальциевых солей жирных кислот определили зависимость между энергией рациона и продуктивностью животных. Коэффициент корреляции ($r$) по данным показателям составил 0,35. Данный коэффициент указывает на умеренное влияние ввода в рацион КСЖК. Для понимания степени тесноты связи между признаками определили коэффициент детерминации ($r^2$), составивший 0,12. Этот коэффициент показывает, что влияние ввода КСЖК в рацион на продуктивность животных обусловлено на 12 %.

Современными молокоперерабатывающими предприятиями предъявляются высокие требования к качеству молочного сырья. Особенное внимание уделяется к сыропригодности и производству кисломолочных продуктов. На это влияют, кроме генотипа животного, в большей степени условия кормления. В нашем исследовании по изучению влияния уровня жира на технологические свойства молока получены следующие результаты (табл. 2).

По продолжительности свертывания молока сычужным ферментом судят о сыропригодности молока и разделяют на три класса: I класс – до 10 минут (600 с), II класс – от 10 до 15 минут (600–900 с) и III класс – более 15 минут (> 900 с). Из молока I класса образуется быстроуплотняющийся грубый сгусток, выделяется излишняя сыворотка, из молока II класса получается нормальный сгусток, а из молока III класса образуется дряблый, хлопьевидный сгусток, плохо отделяющий сыворотку. Наиболее благоприятным для сыроделия является молока II класса.

**Таблица 2**
**Технологические свойства молока в зависимости от уровня жира в рационах коров**

| Показатель | Опыт | Контроль |
|---|---|---|
| Массовая доля жира в твороге, % | 19 | 19 |
| Продолжительность свертывания сычужным ферментом | 8 мин 25 с | 8 мин 30 с |
| Продолжительность сквашивания обезжиренного молока, мин | 480 | 480 |
| Кислотность готового сгустка, Т | 114 | 111 |
| Кислотность творога, Т | 178 | 170 |
| Массовая доля сухого вещества в готовом творогe, % | 19,53 | 19,42 |
| Выход творога, % | 17,03 | 16,57 |



Источник изображения: unsplash.com

По времени свертывания молоко из обеих групп относится к I классу, что позволяет отнести его пригодным к производству творога.

Продолжительность сквашивания при температуре 38–39 °С не зависела от времени свертывания и была одинакова у всех групп. Нормальная кислотность готового сгустка при изготовлении творога составляет 85 ± 5 °Т. Однако, в нашем исследовании кислотность превышала норму. На это, вероятно, оказало влияние пониженное содержание белка в сборном молоке, используемом для приготовления творога.

По показателям кислотности и массовой доли сухого вещества образцы полученного творога соответствовали требованиям стандарта (кислотность от 170 до 240 °Т, массовая доля сухого вещества не менее 20 %). Творог имел нежную, мягкую консистенцию белого цвета с чистым кисломолочным вкусом и запахом. Органолептические показатели творога соответствовал высшему и первому сорту. На разницу в выходе творога повлияло содержание СОМО и белка в исходном сырье.

Затраты на корма составляют главную статью расходов при получение животноводческой продукции, прогресс в питании животных является главным фактором повышения эффективности отрасли. При анализе экономической эффективности использования разного уровня липидов в технологии кормления следует рассматривать ее как систему факторов, влияющих на продуктивность животных и себестоимость конечной продукции. Эффективность использования защищенных жиров для корректировки липидного питания – это отношение полученного полезного эффекта к затратам на получение этого результата.

На основании материалов бухгалтерского учета, количества израсходованных кормов и полученного молока за время проведения опыта рассчитана экономическая эффективность применения защищенных жиров в рационах коров в период разгара лактации (табл. 3).

Расчеты показали, что ввод в рацион коров опытной группы 0,3 кг липидной добавки незначительно (на 7,2 %) увеличило стоимость израсходованных в течение опыта кормов в опытной группе. В группе коров, получавших КСЖК, из-за более высокого уровня молочной продуктивности были выше и другие элементы затрат, в результате общие затраты на производство молока превысили аналогичный показатель в контроле на 50,3 тыс. руб. В то же время себестоимость молока базисной (3,4 %) жирности у коров опытной группы за период опыта была ниже на 0,35 руб., а прибыль от его реализации на 10 голов была выше контроля на 21,02 тыс. руб., или на 15,5 %.

**Таблица 3**
**Экономическая эффективность производства молока за период опыта**

| Показатели | Группы | |
|---|---|---|
| | Опытная | Контрольная |
| Надой за учетный период, кг | 28 547,14 | 26 401,43 |
| Цена реализации 1 кг молока, руб. | 33,24 | 33,24 |
| Себестоимость молока, руб./кг | 27,75 | 28,10 |
| Стоимость кормов в 1 кг молока, руб | 12,92 | 12,05 |
| Затраты на производство: всего, тыс. руб. | 792,18 | 741,88 |
| Выручка от реализации молока, тыс. руб. | 948,91 | 877,58 |
| Прибыль, тыс. руб. | 156,72 | 135,70 |
| ± к контролю, тыс. руб. | 21,02 | 26 401,43 |

## ВЫВОДЫ

• Увеличение энергетической ценности рационов за счет дополнительного ввода липидов позволяет повысить молочную продуктивность и биологическую ценность молока за счет увеличения массовых долей жира и белка, что положительно сказывается на качестве перерабатываемой продукции.
• Рекомендовано включение в рационы высокопродуктивных молочных коров в качестве дополнительного источника энергии кальциевых солей жирных кислот в количестве 300 г/гол . в сутки.
• Изменение уровня жиров в рационе высокопродуктивных коров на 32,6 % за счет дополнительного ввода в рацион кальциевой соли жирных кислот оказывает достоверное влияние на рост удоя молока на 8,1 % ($p \geq 0{,}05$).
• Оптимизация липидного питания оказывает положительное влияние на качество молока, повышая на 0,03 % содержание массовой доли белка и на 0,05 % содержание жира ($p \leq 0{,}05$).

Источник изображения: unsplash.com

• Применение в рационах защищенного жира увеличивает коэффициент конверсии обменной энергии, характеризующийся выходом чистой энергии с молоком.
• Корректировка рационов по уровню липидов оказывает положительное влияние на финансовые показатели при производстве молока. ■

## PROTECTED FATS IN HIGH-YIELDING COWS' DIET: EFFECT ON LACTATION PERFORMANCE

**Alexander A. Nakonechny, Alexandra L. Dydykina, Natalya I. Volkova**
Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Lugovoy

ORIGINAL ARTICLE

The amount of fat in the diets of Kholmogory dairy cows is known to affect milk yield and its quality, as well as the economic efficiency of milk sales. In this research, the content of protected fats in the diets of high-yielding dairy cows was raised from 771.9 g to 1,023.9 g (32.6%) during full lactation by adding 300 g calcium salts of fatty acids per day. As a result, the milk yield increased by 8.0% ($P = 0.95$). The mass fraction of fat increased by 0.05% while that of protein rose by 0.03%, which improved the overall quality of milk. The experimental milk samples demonstrated a slight increase in non-fat milk solids (0.052%). The level of urea rose slightly (2.9 mg/100 mL) and reached 21.1 mg/100 mL, which corresponded to official standards and was a marker of a balanced diet. The study revealed a moderate positive correlation ($r = 0.35$) between the feed energy and the lactation performance. Protected fats had no significant effect on coagulation time and cottage cheese yield. The experimental diet demonstrated economic efficiency by increasing the potential profits from milk sales by 15.5%.

**Keywords**: Kholmogory dairy cows, lactation performance, milk quality, fat level, biological value of milk

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Головин, А. В.** Использование липидсодержащих энергетических концентратов различного происхождения в кормлении молочных коров: монография / А. В. Головин, Р. В. Некрасов, Е. Л. Харитонов. – Дубровицы: ВИЖ им. Л. К. Эрнста, 2020. – 122 с.
2. **Гусаров, И. В.** Система нормированного кормления высокопродуктивных коров с учетом их биохимического статуса / И. В. Гусаров, О. Д. Обряева // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2021. № 12(197). С. 23–39. https://doi.org/10.33920/sel-05-2112-02; https://www.elibrary.ru/kcjpkm
3. **Харитонов, Е. Л.** Физиология и биохимия питания молочного скота / Е. Л. Харитонов. – Боровск: «Оптима пресс», 2011. – 372 с.
4. **Евглевский, А.** Проблемы обеспечения здоровья высокопродуктивных коров в промышленном животноводстве и правтические пути их решения / А. Евглевский, С. Турнаев, В. Тарасов [и др.] // Ветеринария сельскохозяйственных животных. 2018. № 1–2. С. 42–48.
5. **Головин, А. В.** Эффективность повышения уровня обменной энергии в рационах высокопродуктивных коров при использовании сухих пальмовых жиров / А. Головин, И. Гусев, А. Таранович // Молочное и мясное скотоводство. 2012. № 1. С. 23–25. https://elibrary.ru/opfvmr
6. **Manriquez, D.** The effect of an organic rumen-protected fat supplement on performance, metabolic status and health of dairy cows / D. Manriquez [et al.] // BMC Veterinary Research. 2019. Vol. 15. 450 (2019). https://doi.org/10.1186/s12917-019-2199-8
7. **Palmquist, D. L.** A 100-Year Review: Fat feeding of dairy cows / D. L. Palmquist, T. C. Jenkins // Journal of Dairy Science. 2017. Vol. 100(12). P. 10061–10077. https://doi.org/10.3168/jds.2017-12924
8. **Western, M. M.** Effect of commercially available palmitic and stearic acid supplements on nutrient absorption and production response of lactating dairy cows / M. M. Western, J. de Souza, A. L. Lock // Journal of Dairy Science. 2020. Vol. 103 (6). P. 5131–5142. https://doi.org/10.3168/jds.2019-17242
9. **Наконечный, А. А.** Влияние уровня углеводов в рационах высокопродуктивных коров на молочную продуктивность / А. А. Наконечный, А. Л. Дыдыкина, А. О. Вязьминов // Молочная промышленность. 2023. № 5. С. 120–123. https://doi.org/10.21603/1019-8946-2023-5-13; https://www.elibrary.ru/xvsjgb
10. **Плохинский, Н. А.** Алгоритмы биометрии / Н. А. Плохинский. – М.: Издательство Московского государственного университета, 1980. – 150 с.
11. **Loften, J. G.** Invited Review: Palmitic and Stearic Acid Metabolism in Lactating Dairy Cows / J. R. Loften, J. G. Lynn, J. K. Drakley [et al.] // Journal of Dairy Science. 2014. Vol. 97 (8). P. 4661–4674. https://doi.org/10.3168/jds.2014-7919