КОНЪЮГИРОВАННАЯ ЛИНОЛЕВАЯ КИСЛОТА В КОРМЛЕНИИ МОЛОЧНЫХ КОРОВ

Р. РЮЛЕ, **Е. ШАСТАК**, доктора наук, компания BASF SE, Германия

Увеличение надоев молока от молочных коров за последние 50 лет сопровождается снижением их плодовитости, репродуктивной способности и продолжительности жизни. В статье вниманию читателей представлен особый взгляд на решение данной проблемы.

Конъюгированная линолевая кислота (КЛК) — это собирательный термин, обозначающий смесь позиционных и геометрических изомеров октадекадиеновой кислоты (С18:2). Две двойные связи перемещаются ближе друг к другу (конъюгируются), а не разделяются метиленовой группой, как в линолевой кислоте. Научный интерес к конъюгированной линолевой кислоте значительно возрос после того, как Майкл В. Париза и его коллеги в Университете Висконсина в Мэдисоне (США) опубликовали результаты исследования, в которых сообщалось о наличии антиканцерогенной активности мясного фарша (Pariza и соавт., 1979). Со временем было установлено, что активным антимутагеном и антиканцерогеном была смесь структурных и геометрических изомеров линолевой кислоты, содержащей конъюгированные двойные связи (На и соавт., 1987).

Физиологические эффекты КЛК наиболее часто описываются в отношении цис-9, транс-11 и транс-10, цис-12 изомеров КЛК. Преимущественно на животных моделях цис-9, транс-11 изомер продемонстрировал ряд благоприятных эффектов для здоровья, таких как антиканцерогенный, противоартеросклеротический, противодиабетический и противовоспалительный, а также благотворное влияние на иммунитет и развитие костной ткани. Одновременно оказалось, что транс-10, цис-12 КЛК является мощным ингибитором синтеза жиров у растущих и лактирующих животных, например у мышей, коров, овец, коз и свиней (Cook и Pariza, 1998; Jahreis и соавт., 1999; Baumann и Griinari, 2003).

ПРИРОДНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Конъюгированная линолевая кислота — это природный компонент, содержащийся в основном в продуктах, полученных от жвачных животных, в мясе которых КЛК составляет от 0,3 до 1% общего количества жирных кислот (Griinari и Bauman, 1999). В образцах сырого коровьего молока содержание КЛК колеблется от 0,26 до 1,14% и обычно зависит от производственной системы на пред-

приятии (Jahreis и соавт., 1997). На цис-9, транс-11 изомер приходится 70 и 90% КЛК, присутствующей соответственно в молоке и мясе жвачных животных.

Высокое содержание цис-9, транс-11 КЛК в жире жвачных животных обусловлено биогидрогенизацией линолевой кислоты в рубце и эндогенным синтезом ее в различных тканях животного (Bauman и соавт., 2003; Khanal и Dhiman, 2004). Подобным образом транс-10, цис-12 изомер КЛК образуется в качестве промежуточного продукта в процессе рубцовой биогидрогенизации линолевой кислоты до стеариновой кислоты (Lee и Jenkins, 2011). Синтез также зависит от состава корма, при этом более высокое содержание линолевой кислоты в рационе приводит к увеличению образования этого изомера в ходе биогидрогенизации в рубце (Flachowsky и соавт., 2006).

ПРИМЕНЕНИЕ КЛК В КОРМАХ ДЛЯ ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ

Исследования у лактирующих жвачных животных с проведением инфузии в отделы ЖКТ, следующие за рубцом, продемонстрировали способность смесей, содержащих транс-10, цис-12 изомер КЛК, снижать синтез молочных жиров (Loor и Herbein, 1998, Chouinard и соавт., 1999). Послерубцовая инфузия транс-10, цис-12 КЛК только подтвердила, что этот изомер отвечает за подавление синтеза молочных жиров, тогда как инфузия цис-9, транс-11 КЛК абсолютно не влияла на этот процесс (Baumgard и соавт., 2000).

De Veth и соавт. (2004) выявили дозозависимое уменьшение жирности молока при добавлении в корм транс-10, цис-12 КЛК в результате нескольких экспериментов с инфузией КЛК в сычуг. Самый низкий показатель уменьшения синтеза молочных жиров достигал 48% при максимальной дозировке сычужной инфузии 14 г в день. Также было показано, что подавление выработки молочных жиров за счет транс-10, цис-12 КЛК вызывается ингибированием ферментных систем, участвующих в синтезе жиров *de novo*, и уменьшением экспрессии генов ключевых ферментов липидного обмена в молочной железе (Baumgard и соавт., 2002; Bauman и Griinari, 2003).

ВЛИЯНИЕ КЛК НА ВЫРАБОТКУ МОЛОКА

Высокопродуктивные молочные коровы в раннем периоде лактации часто не получают возмещения своих энергетических затрат для поддержания жизнедеятельности и выработки молока, следовательно, у них образуется отрицательный энергетический баланс. Тяжесть, выраженность и продолжительность отрицательного энергетического баланса могут привести к метаболическим нарушениям, таким как кетоз или синдром жирной печени, а также к нарушениям репродуктивной функции (Drackley, 1999).

Традиционный подход к компенсации энергетического дефицита в ранний период лактации предусматривает увеличение энергетической ценности рациона за счет повышения жиров, защищенных от расщепления в рубце. Хотя этот подход увеличивает энергетическую составляющую рациона, могут возникнуть негативные последствия, такие как ацидоз рубца, снижение потребления сухого вещества корма или уменьшение содержания протеина в молоке (Hayirli и Grummer, 2004; Rabiee и соавт., 2012).

Альтернативный подход состоит в уменьшении расхода энергии на выработку молока с соответствующим изменением уравнения энергетического баланса. На образование молочных жиров расходуется до 50% затрат энергии при выработке молока у молочных коров (Tyrrell и Reid, 1965), и на это можно легко повлиять за счет корректировки кормления (Bauman и Davis, 1974). Регулирование образования молочных жиров путем контролируемого временного понижения жирности молока при помощи добавления в рацион молочных коров транс-10, цис-12 КЛК — это новый способ улучшения энергетического баланса в переходный период. Исследования, проводимые Kay и соавт. (2006), Odens и соавт. (2007), Shingfield и соавт. (2004), Liermann (2008), Von Soosten и соавт. (2012) и Esposito и соавт. (2013), показали, что добавление в рацион КЛК, содержащей транс-10, цис-12 изомеры, действительно улучшает энергетический баланс в раннем периоде лактации за счет снижения затрат энергии на образование молока.

ПРОФИЛАКТИКА НАРУШЕНИЙ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ КОРОВ

Этот подход является перспективной стратегией в кормлении молочных коров, позволяющей предотвратить нарушения здоровья, связанные с отрицательным энергетическим балансом. Поскольку жир важный компонент молока, то для некоторых производителей слишком сильное уменьшение его жирности может быть нежелательным. Поэтому важно, что снижение жирности молока, вызванное транс-10, цис-12 КЛК, обратимый процесс, и после исключения КЛК из рациона содержание жиров в молоке возвращается к тому же уровню, что и у коров контрольных групп (Liermann, 2008; Moallem и соавт., 2010; Hutchinson и соавт.,2012; Metzger-Petersen, 2012). При этом выход белка в молоке не снижается. Кроме того, угнетающее воздействие транс-10, цис-12 КЛК на образование молочных жиров является сильно дозозависимым и, следовательно, может быть адаптировано к конкретным потребностям производителей молока (De Veth и соавт., 2004).

Помимо уменьшения энергетического дефицита добавление транс-10, цис-12 КЛК, защищенной от расщепления в рубце, в рацион молочных коров в ранний период лактации способствует увеличению суточного выхода молока (Giesy и соавт., 1999; Bernal-Santos и соавт., 2003; Shingfield и соавт., 2004; Moallem и соавт., 2010; Medeiros и соавт., 2010; Metzger-Petersen 2012; Hutchinson и соавт.,2012). Повышение надоев можно объяснить перераспределением направления энергии рациона от синтеза молочных жиров

в сторону синтеза других твердых компонентов молока. В раннем периоде лактации это позволяет коровам достичь максимальной продуктивности и приблизиться к генетически заложенному потенциалу. Shingfield и соавт. (2004) провели оценку энергетического баланса у коров, получавших обычный рацион и такой же рацион, но содержащий КЛК, защищенную от расщепления в рубце. У опытных коров, потреблявших КЛК, наблюдалось увеличение выхода молока, а также содержания белка в молоке на фоне значительного улучшения энергетического баланса.

БОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ

Hotger и соавт. (2013) зафиксировали увеличение концентрации глюкозы в крови в ранний период лактации у молочных коров, которые получали транс-10, цис-12 КЛК, защищенную от расщепления в рубце, в дозе 4,5 г/сут в период от двух недель до отела и до девяти недель после отела. При этом суточный выход молока и лактозы увеличивался. Авторы предполагают, что КЛК вызывает эффект сохранения глюкозы за счет снижения ее утилизации для синтеза молочных жиров и, вероятно, за счет более эффективной утилизации энергии в организме коров.

Odens и соавт. (2007) также зарегистрировали повышение концентрации глюкозы в крови при добавлении транс-10, цис-12 КЛК в виде инкапсулированных липидов в рацион молочных коров в первые 40 дней раздоя на фоне увеличения выхода молока. Поскольку максимальный выход молока и общая лактационная продуктивность коров в высокой степени коррелируют (коэффициент корреляции 0,73—0,75) (Tabbaa и соавт., 2003; Lopez-Villalobos и соавт., 2005), то добавление КЛК в рацион в раннем периоде лактации может послужить инструментом, позволяющим увеличить не только общий выход молока, но и жира (от каждой коровы за весь период лактации).

Действительно, Liermann (2008), Medeiros и соавт. (2010), Hutchinson и соавт. (2012) и Metzger-Petersen (2012) зарегистрировали устойчивое повышение суточного выхода молока в раннем периоде лактации у коров, получавших КЛК, защищенную от расщепления в рубце, даже после исключения жирных кислот из рациона. Увеличение надоев в последние 50 лет связано с ухудшением плодовитости, репродуктивной способности и с сокращением продолжительности жизни молочных коров. Значительный дефицит энергии в начале лактации напрямую связан с задержкой первой овуляции, низким качеством овоцитов и нарушениями развития эмбриона (Butler, 2003). Связь между отрицательным энергетическим балансом и плодовитостью, очевидно, опосредована эндокринными и метаболическими сигналами, которые контролируют перераспределение питательных веществ и репродуктивную функцию (Chagas и соавт., 2007). Продолжительность промежутка после отела до первой овуляции является важным параметром для оценки влияния отрицательного энергетического баланса на репродуктивную способность (Butler и Smith, 1989). Кроме того, было показано, что степень оплодотворения зависит от числа эстральных циклов, предшествующих осеменению.

ВЛИЯНИЕ КЛК НА ПАРАМЕТРЫ ПЛОДОВИТОСТИ

О благоприятном воздействии КЛК на параметры плодовитости сообщалось в разных исследованиях, например, выявлена тенденция к уменьшению периода до первой овуляции, повышению уровня прогестерона в плазме в ранней лютеиновой фазе, повышению ИФР-1 в плазме и увеличению частоты наступления стельности (Bernal-Santos и соавт., 2003; Castaneda-Gutierrez и соавт., 2005; Castaneda-Gutierrez с соавт., 2007; Liermann, 2008; Esposito и соавт., 2011). Однако все упомянутые исследования проводились на небольшом количестве коров в каждой группе, поэтому они не обладают достаточной достоверностью, чтобы четко установить эффект влияния КЛК на репродуктивную способность молочных коров.

Поэтому De Veth и соавт. (2009) провели анализ, объединив данные пяти контролируемых экспериментов, в которых КЛК добавляли в рацион 212 коров в ранний период лактации. Параметрическая модель показала, что промежуток времени до первой овуляции уменьшился на 8 дней — с 37-го до 29-го дня периода раздоя, когда в рацион коров добавляли транс-10, цис-12 КЛК в дозе 8 г/сут. При повышении дозы вероятность наступления беременности у коров увеличивалась нелинейным образом. При дозе 10,1 г/сут вероятность беременности повышалась на 26% (до 91%) по сравнению с животными контрольных групп (72%). Повышение дозы транс-10, цис-12 КЛК также повлияло на сокращение времени до оплодотворения. При этом предполагаемая оптимальная доза составила 10,5 г/сут, что позволило уменьшить период времени до оплодотворения на 34 дня по сравнению с коровами, не получавшими КЛК (117 и 151 день соответственно). Результаты показывают, что репродуктивную способность молочных коров можно улучшить путем добавления транс-10, цис-12 КЛК в рацион в ранний период лактации.

Таким образом, исследования свидетельствуют о том, что транс-10, цис-12 КЛК служит интересным инструментом управления кормлением молочных коров. Потенциальные сферы применения включают: переходный этап и ранний период лактации; пастбищное кормление; ситуации с ограниченной доступностью корма или воздействием теплового стресса. Кроме того, транс-10, цис-12 КЛК может способствовать улучшению репродуктивной способности молочных коров и оптимизации производства молока, в том числе на рынках с квотами на его продажу. ■