



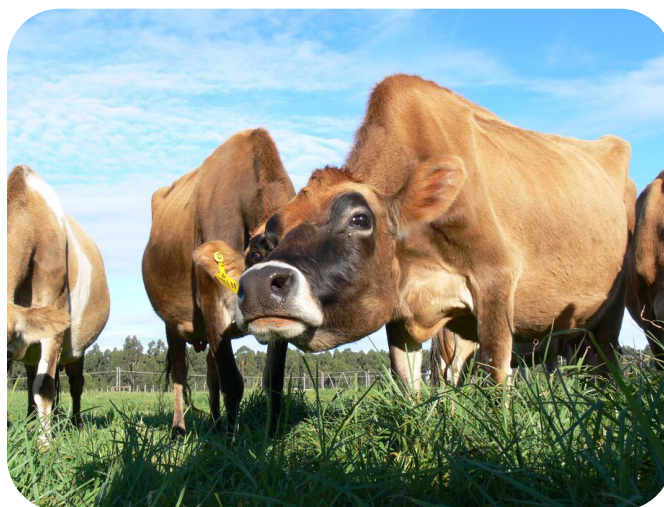
КОРМЛЕНИЕ КАК ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИЙ ФАКТОР ПРОДУКТИВНОСТИ СКОТА

ЗАКИР АБДРАХМАНОВ, ВЕТЕРИНАРНЫЙ ВРАЧ ПО ЖИВОТНОВОДСТВУ, ООО «КОУДАЙС МКОРМА»

В 1942 г. Конрад Уоддингтон ввел термин «эпигенетика», пытаясь описать мост между «генетикой» и аристотелевским «эпигенезом» — учением о последовательном эмбриональном развитии. По заключению британского биолога, эпигенетика — это раздел биологии, который изучает причинно-следственные взаимодействия между генами и их продуктами и как они реализуются в определенные фенотипы. Простыми словами, эпигенетическая регуляция является процессом, приводящим к изменению активности тех или иных генов без нарушения их кодирующей последовательности, которое стабильно наследуется после исчезновения фактора, вызвавшего это изменение.

Спустя десятилетия молекулярная биология наполнила эту концепцию конкретными механизмами, а практическое животноводство получило инструмент, по своей силе сопоставимый с селекцией. Мы наблюдаем классическую смену парадигмы: кормление перестает быть только способом покрытия энергетических и пластических нужд, приобретая механизмы для тонкой настройки генетики.

Нейрофизиолог Петер Шпорк описывал эпигенетические структуры как библиотекарей, распоряжающихся информацией в огромной библиотеке ДНК.



Продолжая эту аналогию, зоотехник, управляющий рационом, берет на себя роль главного хранителя фонда. Именно он решает, какие «книги» (гены) будут выданы в читальный зал для активной работы, а какие останутся пылиться в архиве. Ошибка в кормлении в этом контексте сулит не только потерю удоя или привеса, но и утрату доступа к генетическому потенциалу, который зачастую невозможно восстановить.

МЕХАНИЗМЫ ЭПИГЕНЕТИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ

Влияние питания на геном реализуется через три основных взаимосвязанных канала процесса.

Первый — метилирование ДНК, выступающее маркером молчания генов. В 2003 г. американские ученые провели эксперимент с желтыми мышами агути, склонными к ожирению. Они добавляли в корм для беременных животных **фолиевую кислоту, витамин B₁₂, холин и метионин**. Пищевые добавки исключили ген ожирения и изменили фенотип, в результате чего появилось нормальное потомство, то есть без отклонений. Причем детеныши, родившиеся нормальными благодаря корректировке питания, и сами затем рожали здоровых мышей, хотя их питание не было обогащено метильными группами (Waterland R.A. и Jirtle R.L.,

2003). Для молочного скотоводства эти нутриенты служат молекулярными ключами, которые запускают экспрессию генов синтеза молочного белка и жира в тканях вымени.

Второй механизм — модификация гистонов, белков-катушек, на которые накручена спираль ДНК. Их ацетилирование, фосфорилирование или метилирование меняют структуру хроматина, делая гены более или менее доступными для транскрипции. Эти изменения играют важную роль в развитии молочной железы.

Третий компонент — некодирующие РНК. Они регулируют экспрессию генов на посттранскрипционном уровне, влияя на развитие мезенхимы и пролиферацию эпителиальных клеток молочной железы.

ПРОГРАММИРОВАНИЕ МЕТАБОЛИЗМА

Исходя из основных механизмов эпигенетической регуляции можно говорить о том, как управлять ими с помощью рациона. Так, холин, бетаин и фолиевая кислота меняют шаблоны экспрессии генов молочной железы, снижают отрицательные эффекты негативного регулятора транскрипции в тканях железы и повышают экспрессию генов, отвечающих за синтез молочного белка и жира. Нехватка белка в рационе коров в период беременности и лактации не только влияет на экспрессию генов, участвующих в выработке молока, но и на характер метилирования ДНК в молочной железе потомства, то есть ограничивает будущую продуктивность стада. Углеводы также необходимы, однако их переизбыток провоцирует накопление жирных кислот в печени, что в свою очередь влияет на модификации гистонов в генах, связанных с синтезом жирных кислот, приводя к снижению уровня молочного жира и надоев. Кроме того, исследования показали, что содержание лактальбумина и жировой состав рациона влияют на экспрессию малых некодирующих РНК в молочных железах коров. Важно отметить, что эпигенетические процессы запускаются на стадии плода, после зачатия в утробе матери. Поэтому условия, в которых формируется и развивается плод, так важны для получения сильного здорового потомства. Почти 100% дифференциации органов и тканей эмбриона приходится на первые два триместра стельности. Этот период играет огромную роль в развитии и росте органов, в том числе плаценты, поджелудочной железы и фолликулов. Данный этап совпадает с достижением пика лактации, когда вымени требуется большое количество белка и энергии для поддержания продуктивности. Однако плоду также требуется большое количество питательных

веществ для развития, вследствие чего происходит конкуренция за ресурсы между выменем и плодом, что при недостаточном поступлении нутриентов из-за ошибок в кормлении несет значительные риски для развития и экспрессии генов в органах плода. В частности, рост плаценты происходит в первые 200 дней стельности. Как показали исследования, у коров, получавших достаточно питания, плацента практически полностью была сформирована к 200 дням стельности, в то время как животные с ограниченным питанием пытались адаптироваться к недостатку питательных веществ путем роста плаценты в третьем триместре стельности для обеспечения питанием растущего плода. Природа коровы отдает приоритет выживанию будущего потомства, пытаясь минимизировать для него последствия недостатков в питании (рис. 1). И все же если ограничения в питании будут таковы, что мать исчерпает возможности адаптации, то рост плода замедлится, что скажется на будущей выживаемости теленка. Если ресурсный провал слишком глубок, адаптационный механизм исчерпывается, и мы получаем замедленный рост плода. Намного опаснее скрытые эпигенетические поломки, невидимые при рождении. Дефицитное кормление стельной коровы в период закладки поджелудочной железы плода необратимо приводит к недоразвитости бета-клеток, продуцирующих инсулин. Животное рождается с предрасположенностью к инсулинорезистентности, которая необратима, сохраняется на протяжении жизни и может затрагивать будущие поколения (Rozance, 2016; Limesand, 2013; Lucy, 2014). Во взрослой жизни такой организм воспринимает высокий уровень глюкозы как энергетический голод,

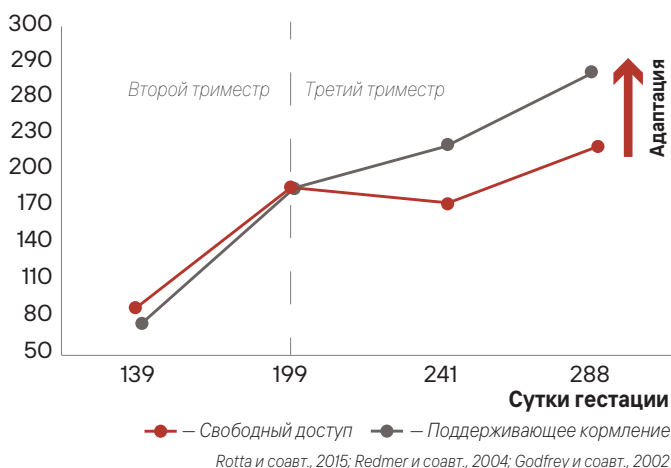


Рис. 1. Количество плацентой во время стельности у коров голштинской породы × герефордской породы

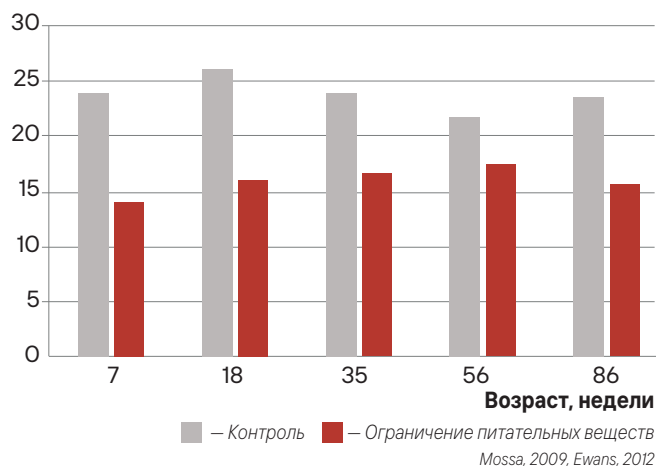


Рис. 2. Среднее количество фолликулов диаметром ≥ 3 мм у телок, рожденных коровами, получавшими контрольный рацион ($n = 13$) и рацион с ограниченным количеством питательных веществ ($n = 10$; 60% потребности энергии) в течение первых 110 суток стельности

запуская лавинообразный выброс незатерифицированных жирных кислот. Клинически это выливается в жировое перерождение печени в транзитный период. Эпигенетический фактор, влияющий на воспроизводительную функцию коров в будущем, можно связать с качеством фолликулов, дифференциация которых происходит уже на 90–150 сутки внутриутробного развития. Исследования показывают: ограничение энергии в рационе стельных коров на этом этапе приведет к снижению воспроизводства будущего стада.

Из 2 миллионов заложенных в организме фолликулов к концу эмбрионального развития остается около 130 тысяч, а те, размер которых составляет менее 3 мм, являются неполноценными (рис. 2).

Хроническая гипотрофия плода, ставшая системной ошибкой в управлении стадом, через поколение проявится в снижении выхода телят и проблемах с воспроизводством, истоками которых невозможно будет управлять стандартными ветеринарными протоколами.

ИНВЕСТИЦИЯ В ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КАПИТАЛ

Переход от реактивной модели кормления к стратегическому программированию требует пересмотра самого подхода к управлению предприятием. Генетический потенциал стада раскрывается только при условии синхронизации нутриентного обеспечения с биологическими часами животного. Практический вывод однозначен: условия содержания родительского стада — это прямой регулятор экспрессии генов потомства.

Аграрные компании, задающие сегодня отраслевые ориентиры, уже сменили систему координат со снижения затрат на голову на управление генетическим потенциалом. Инвестиции в сбалансированные рационы, современные системы вентиляции и береж-

ное обращение с животными окупаются многократно за счет полной реализации генетического максимума, заложенного в стадо.

Эксперты «Коудайс МКорма» выстраивают системы кормления, базирующиеся на глубоком понимании этих механизмов. Мы предлагаем предприятиям-партнерам не только продукцию премиум-класса. Мы оказываем им полное технологическое и ветеринарное сопровождение, в рамках которого рецептуры премиксов становятся инструментом эпигенетической коррекции. Наша задача — обеспечить синхронность нутритивной поддержки в критические фазы стельности, лактации и раздоя, закладывая фундамент продуктивного долголетия и здоровья стада на поколения вперед. ■

