

ФЕРМЕНТ В СОСТАВЕ КОРМА, НЕ ЯВЛЯЮЩИЙСЯ КОРМОВЫМ, — ЧТО ЭТО?

Р. ДУКАТЕЛЛ, д-р наук, кафедра патологии, бактериологии и болезней птицы, Гентский университет, Бельгия

Ферменты для использования в кормах

Ввод ферментов в комбикорма, производимые для промышленного птицеводства, является фактически стандартом отрасли. Фитазы, карбогидразы, липазы и протеазы способствуют повышению питательной ценности корма и помогают устранять негативное влияние антипитательных факторов. Фитазы высвобождают фосфор и микроэлементы из растительных фитатов. Карбогидразы (ксиланазы, глюканазы, фуранозидазы) расщепляют некрахмалистые полисахариды, содержащиеся в составе кормовых материалов. Благодаря применению ферментов обеих названных групп птица получает из рациона больше энергии и/или питательных веществ. Протеазы и липазы со своей стороны поддерживают и усиливают действия собственных пищеварительных ферментов птицы. Опять же, они помогают расщеплять протеин и жир из рациона, что положительно влияет на ее рост и эффективность кормления.

Ферменты также могут использоваться для улучшения здоровья кишечника. Ученые получают все новые сведения о взаимосвязи между иммунной системой слизистых оболочек организма хозяина и микрофлорой. Им удалось установить, что пептидогликаны (ПГН), ко-

торые присутствуют в клеточной стенке всех бактерий, могут нарушать функции желудочно-кишечного тракта. Применение фермента, участвующего в расщеплении ПГН, позволяет балансировать воспалительные процессы и таким образом улучшать состояние кишечника. При этом повышаются эффективность использования корма, экономические показатели и экологичность птицеводства. Данная концепция абсолютно новая и является дополнением к традиционным кормовым ферментам и другим добавкам.

Защитные механизмы, действующие в кишечнике

Бактериальные клетки имеют снаружи несколько слоев защиты: мембраны, липополисахариды, протеины и пептидогликаны. У грамположительных бактерий наружный слой пептидогликанов толстый, а у грамотрицательных он более тонкий и располагается между внутренней и наружной мембранами. Последняя покрыта слоем липополисахаридов (рис. 1). ПГН образуют прочный защитный слой, сохраняющийся в кишечнике даже после гибели бактерий.

Здоровый кишечник характеризуется наличием плотных межклеточных соединений и невозможностью для патогенов перейти кишечный барьер. Однако в условиях промышленного производства бройлеров неизбежным является повреждение кишечника. Присутствие в нем фрагментов бактериальных клеточных стенок может влиять на переваривание и всасывание питательных веществ вследствие воспалительных реакций, которые могли быть спровоцированы пептидогликанами, которые связываются с рецепторами эпителиальных клеток TLR2. Даже при хорошем здоровье кишечника в нем всегда наблюда-

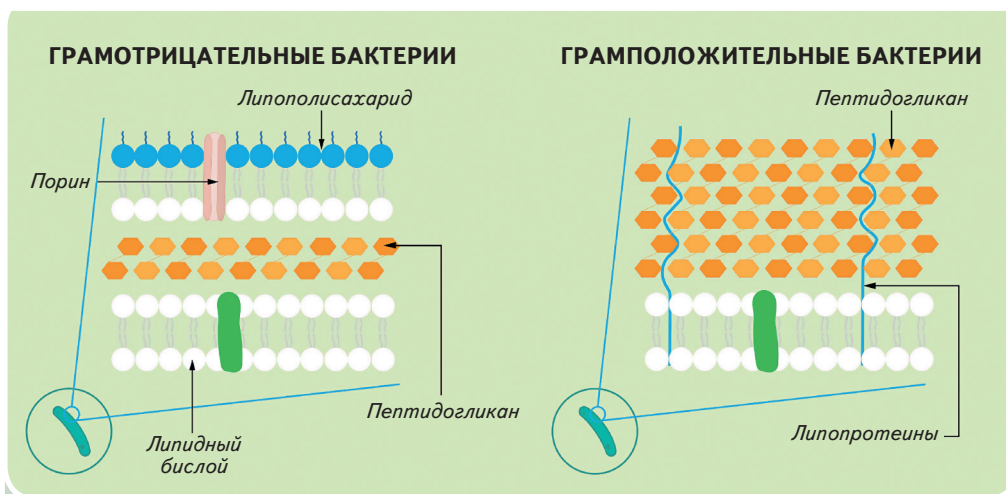


Рис. 1. Присутствие пептидогликана в клеточных стенках грамотрицательных и грамположительных бактерий

ется некоторое воспаление, что важно, поскольку в случае необходимости так проще усилить реакцию в ответ на угрозу со стороны патогенов. К защитным механизмам, позволяющим животному быстро избавиться от патогенов, относятся диарея и рвота.

Взаимоотношения птицы и бактерий

Все животные постоянно поглощают микробы — из пищи, из окружающей среды. И это нормально, это тот фактор, с которым желудочно-кишечный тракт в ходе эволюции научился справляться. В кислой среде желудка часть бактерий погибает, другие переходят в состояние покоя, теряя метаболическую активность. Это означает, что они более не могут захватывать питательные вещества, предназначенные для хозяина. Питательные вещества корма поступают в тонкий отдел кишечника, где они всасываются, сюда же поступают и бактерии. Движение желудочного содержимого происходит достаточно быстро: бактерии не успевают восстановиться до попадания в толстый отдел кишечника, а попав в него (у птицы — в слепой отросток), восстанавливаются. Этому благоприятствует среда, создающая симбиоз между микробами и организмом хозяина. В ней бактерии размножаются и питаются неперевариваемыми компонентами растительной клеточной стенки, например полисахаридами, которые не могут быть переварены организмом птицы. Взамен она получает питательные вещества, вырабатываемые бактериями, например витамины группы В и короткоцепочечные жирные кислоты — бутират и пропионат.

Ферменты для здоровья кишечника

Ферменты, вырабатываемые в ответ на инфицирование, являются ключевым элементом врожденного иммунитета. Они участвуют в регулировании иммунной системы организма хозяина в случае присутствия патогенов. Часть из них обладает антибактериальным действием. Протеины, распознающие в кишечнике пептидогликан, связываются с ним и могут разрушать его молекулу на более мелкие фрагменты. Так, лизоцим, являясь эндогенным ферментом, способен расщеплять пептидогликан, гидролизую клеточную стенку бактерий и убивая их. Однако организм птицы, получающей много корма (как бройлер), не вырабатывает лизоцим в достаточном для этого количестве. Решить данную задачу возможно добавле-

Эволюционный парадокс — «РАЗВЕТВИТЕЛЬ СИГНАЛОВ»

В дикой природе животные постоянно находятся в поиске пищи, голод является для них одним из основных побудительных мотивов. Обеспеченность кормовой базой в свою очередь определяет численность популяции. Однако в условиях сельскохозяйственного производства животные не испытывают чувства голода. Им дают оптимальное количество корма с тем, чтобы максимально повысить продуктивность, а породы и кроссы специально выводятся таким образом, чтобы достичь наилучших показателей потребления корма и роста.

Чем больше животные потребляют корма, тем больше они поглощают бактерий и с большим количеством пептидогликанов сталкиваются.

В тонком отделе кишечника фактически 90% бактерий являются мертвыми, а не пребывающими в состоянии покоя. Это означает постоянное присутствие фрагментов пептидогликанов. Таким образом, одомашнивание животных привело к тому, что теперь им нужна помощь в расщеплении большего количества пептидогликанов.

Иммунной системе необходимо быть бдительной, чтобы обнаруживать любые угрозы, связанные с повреждением эпителия кишечника. В определенных случаях срабатывает сигнал тревоги, вызывающий воспаление, а при необходимости — промывание (диарея). Возникшее воспаление приостанавливает всасывание питательных веществ.



Рис. 2. Баланс воспалительных процессов — это здоровье кишечника и повышение эффективности использования корма

нием в корм синтетической мурамидазы (лизоцима), которая представляет собой фермент, расщепляющий пептидогликаны с образованием мурамилдипептида. При этом происходит разрыв связей между N-ацетилглюкозамино и N-ацетилмураминной кислотой — двумя сахарами, образующими основу пептидогликана.

Воспалительные эффекты

Возникновение серьезного воспаления в кишечнике, как известно, отрицательно сказывается на продуктивности животного. Это объясняется тем, что воспаление дает кишечнику сигнал прекращать всасывание питательных веществ. В результате большее их количество становится доступным для бактерий. Ведь если питательные вещества не всосались в тонком отделе кишечника, они переходят в толстый кишечник и питают уже не животное, а бактерии. Данный процесс является благоприятным для болезнетворных бактерий (например, для *Salmonella*), которые размножаются при наличии глюкозы или протеина. Таким образом, происходит двойное негативное воздействие: птица недополучает питательные вещества, необходимые для роста, и одновременно эти питательные вещества становятся причиной неблагоприятных изменений микрофлоры слепого отростка.

Другой стороне «весов» соответствуют внутриклеточные сенсоры NOD2 (рис. 2), задействованные в функции барьерной защиты и контроля на уровне клеточной стенки. Мурамилдипептид, образующийся при полном расщеплении пептидогликанов, поглощается эпителиальными клетками. Это активирует NOD2 для сообщения организму о том, что угроза миновала и возможно безопасное возобновление всасывания питательных веществ. Цикл отрицательной обратной связи NOD и связанное с ним противовоспалительное действие показаны на рисунке 3.

Использование определенных механизмов

Добавление к корму синтетической мурамидазы (Balancius® от DSM) способствует расщеплению большого количества пептидогликанов и установлению равновесия между противовоспалительными и провоспалительными процессами. При этом расщепить весь пептидогликан в кишечнике невозможно, да и не нужно. Для иммунитета важны реакции TLR2. А чтобы пептидогликаны не дости-

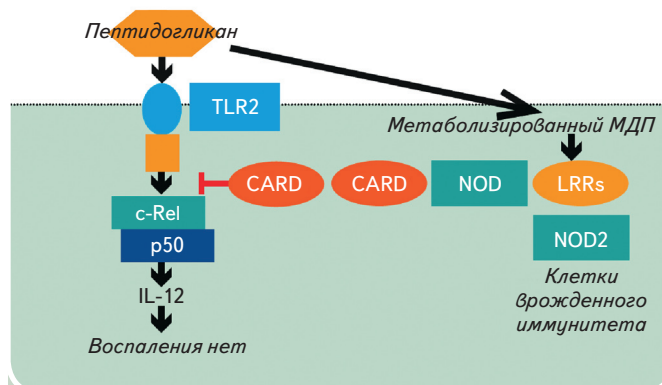


Рис. 3. Каскад иммунных реакций на пептидогликан: цикл отрицательной обратной связи TLR2 и NOD2 при расщеплении пептидогликана (ПГН) до мурамилдипептида (МДП)

гли рецепторов, нужно поддерживать плотные межклеточные соединения. Высвобождение мурамилдипептида оказывает в тонком отделе кишечника прямое действие, обусловленное постоянной активацией рецепторов NOD2: прекращаются воспаления и происходит возврат к всасыванию питательных веществ. В результате птица получает все питательные вещества, необходимые ей для обеспечения оптимальной продуктивности.

Следует отметить, что ферменты новой категории имеют другой механизм действия, отличный от механизма действия традиционных ферментов, и при этом дополняющий его. Важно также отметить, что данные ферменты действуют только на мертвые бактерии, поддерживая таким образом развитие полезной микрофлоры. Применение новых ферментов, обеспечивающих здоровье кишечника, в сочетании с традиционными может способствовать повышению экологичности животноводства.

Ответ на вопрос, поставленный в заголовке статьи, звучит так: существуют кормовые ферменты, которые гидролизуют питательные вещества и, соответственно, улучшают доступность корма для организма. А ферменты, обеспечивающие здоровье кишечника, помогают расщеплять неизбежный побочный продукт — пептидогликаны и таким образом повышать эффективность работы пищеварительной и иммунной систем птицы. ■

Список литературы предоставляется по запросу.



ИНФОРМАЦИЯ

Сельскохозяйственная компания Novo Seeds объявила о планах инвестировать 7 млн евро в датский стартап Vactolife, который разрабатывает новые решения по улучшению состояния ЖКТ у людей и животных.

Основное направление работы Vactolife — использование нанотел для управления бактериальной активностью в микробиоме. В перспективе эта технология позволит животноводам полностью отказаться от применения

кормовых антибиотиков, уверены авторы проекта. Компания уже создала первые продукты, показавшие хорошие результаты по снижению риска развития диареи у животных.

feednavigator.com/Article/2021/