

Фермент в составе корма, не являющийся кормовым, – что это?

Дюкатель Р., доктор наук, профессор факультета ветеринарии, каф. патологии, бактериологии и болезней птицы Гентский университет (Нидерланды)

Аннотация: Добавление в корма для промышленного птицеводства ферментов фактически является стандартом отрасли. Фитазы, карбогидразы, липазы и протеазы повышают питательную ценность корма и помогают устранять негативное влияние присутствующих в нем антипитательных факторов. Ферменты также могут использоваться для улучшения здоровья кишечника. Ученые получают все новые сведения о взаимосвязи между иммунной системой слизистых оболочек организма хозяина и микрофлорой. Установлено, что пептидогликаны, присутствующие в клеточной стенке всех бактерий, создают потенциальный риск нарушения функций желудочно-кишечного тракта. Использование фермента, способствующего расщеплению пептидогликанов (например, мурамидазы), позволяет балансировать воспалительные процессы и, таким образом, улучшать состояние кишечника. В результате этого обеспечивается повышение зоотехнической эффективности, экономических показателей и экологичности птицеводства. Данная абсолютно новая концепция представляет собой дополнение к использованию традиционных кормовых ферментов и других добавок.

Ключевые слова: кормовые ферменты, пептидогликаны, воспаление слизистой кишечника, всасывание питательных веществ, мурамидаза.

Ферменты для кормов. Добавление в корма для промышленного птицеводства ферментов фактически является стандартом отрасли. Фитазы, карбогидразы, липазы и протеазы повышают питательную ценность корма и помогают устранять негативное влияние присутствующих в нем антипитательных факторов. Фитазы представляют собой ферменты, повышающие высвобождение фосфора и микроэлементов из растительных фитатов. Карбогидразы – ксиланазы, глюконазы, фуранозидазы – расщепляют некрахмалистые полисахариды, содержащиеся в составе кормовых материалов. Ферменты обеих названных групп снижают негативное действие указанных антипитательных факторов, благодаря чему птица получает из своего рациона больше энергии и/или питательных веществ. Протеазы и липазы, с другой стороны, способ-

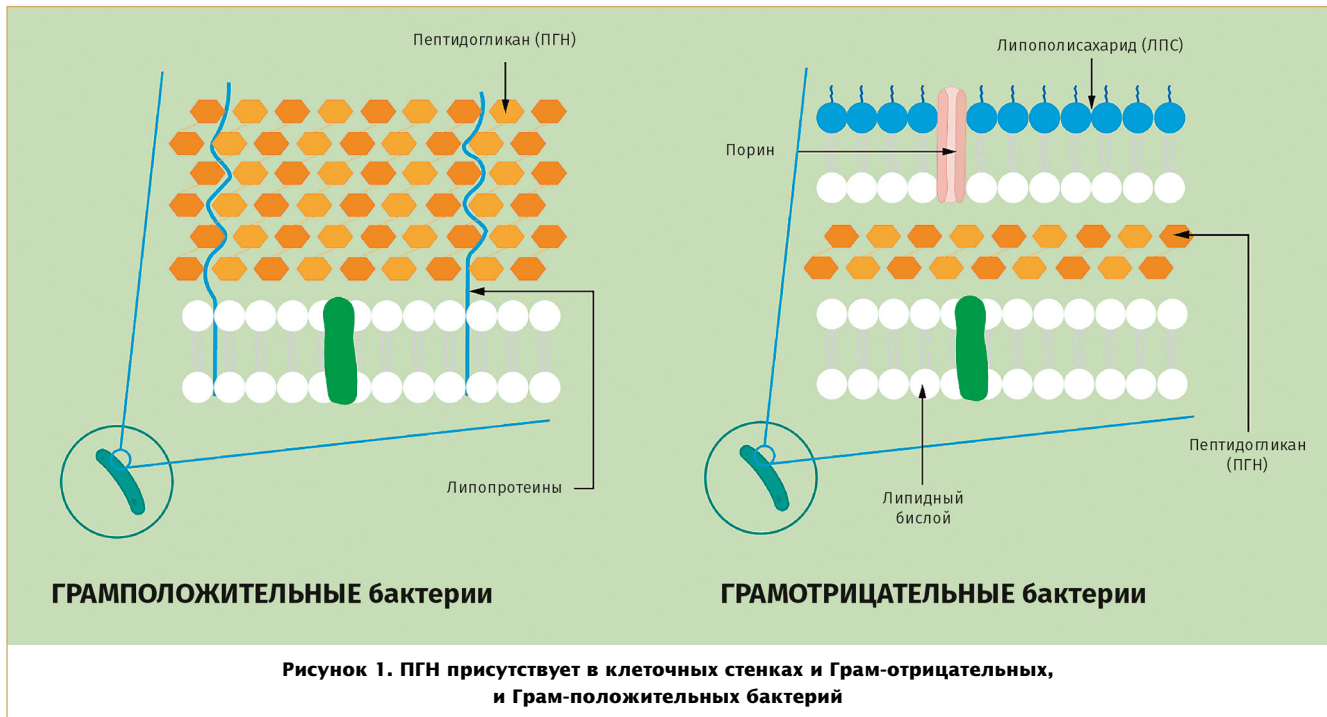
ствуют поддержанию и усилению действия собственных пищеварительных ферментов птицы. Опять же, они помогают расщеплять протеин и жир из рациона птицы, что способствует росту и повышению эффективности кормления.

Защитные механизмы, действующие в кишечнике. Бактериальные клетки имеют снаружи несколько слоев защиты: мембраны, липополисахариды, протеины и пептидогликаны (ПГН). Грамположительные бактерии имеют толстый наружный слой ПГН, а Грам-отрицательные бактерии – более тонкий слой ПГН, который 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 меж-

клеточных соединений и невозможностью для патогенов перейти кишечный барьер. Однако в условиях промышленного производства бройлеров неизбежным является повреждение их кишечника. Присутствие в кишечнике фрагментов бактериальных клеточных стенок, включая ПГН, может влиять на переваривание и всасывание питательных веществ, вследствие воспалительных реакций в кишечнике, которые могут провоцировать ПГН, связываясь с рецептором эпителиальных клеток TLR2. Даже при самом лучшем здоровье в кишечнике животных всегда имеет место некоторое воспаление. Это важно, т.к. с этой точки проще в случае необходимости производить усиление реакции в ответ на угрозу со стороны патогенов. К защитным механизмам, позволяющим животному быстро избавиться от патогенов, относятся понос и рвота.





Взаимоотношения птицы и бактерий. Все животные постоянно поглощают микробы – из пищи и из окружающей среды. Это нормально, и это тот фактор, с которым желудочно-кишечный тракт в ходе эволюции научился справляться. В кислой среде желудка часть бактерий погибает, а другие переходят в состояние покоя, характеризующееся исчезновением метаболической активности. Это означает, что они более не могут захватывать питательные вещества, предназначенные для хозяина. Питательные вещества и бактерии переходят в тонкий кишечник, где происходит всасывание организмом птицы полученных с кормом питательных веществ. Движение желудочного содержимого происходит достаточно быстро: бактерии не успевают восстановиться до попадания в толстый кишечник.

Попав в толстый кишечник, в случае птиц – в слепой отросток, бактерии восстанавливаются. Фактически, этому способствует среда, создающая симбиоз между микробами и организмом

хозяина. В этой среде бактерии размножаются и питаются непереваримыми компонентами растительной клеточной стенки, например, полисахаридами, которые не могут быть переварены самими птицами. Взамен птица 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 помогают регулировать иммунную систему организма хозяина в случае присутствия патогенов, а часть из них обладают антибактериальным действием. В кишечнике распознающие ПГН протеины связываются с ПГН и могут расщеплять его молекулы на более мелкие фрагменты. Так, лизоцим является эндогенным ферментом, способным расщеплять ПГН, гидролизуя клеточную стенку бактерий и убивая их. Однако организм птицы, получающей много корма,

(например, бройлера) не вырабатывает лизоцим в количестве, достаточном для расщепления присутствующих в ее кишечнике ПГН. Мурамидазы представляют собой ферменты, которые также способны расщеплять ПГН, с образованием мурамилдипептида (МДП). Расщепление осуществляется посредством разрыва связи между N-ацетилглюкозамином (НАГ) и N-ацетилмураминовой кислотой (НАМ) – двумя сахарами, образующими основу пептидогликана.

Воспалительные эффекты. Возникновение серьезного воспаления в кишечнике отрицательно сказывается на продуктивности птицы. Это объясняется тем, что воспаление также дает кишечнику сигнал прекращать всасывание питательных веществ. В результате больше питательных веществ становится доступно для бактерий. Ведь если питательные вещества не всосались в тонком кишечнике, значит, они переходят в толстый кишечник и питают уже не хозяина, а бактерии. Данный процесс является благоприятным для болезнетворных бактерий (например,



Рисунок 2. Баланс воспалительных процессов – это здоровье кишечника и повышение эффективности

Salmonella), которые размножаются при наличии глюкозы или протеина. Таким образом, имеет место двойное негативное действие: птица недополучает питательные вещества, необходимые для роста, и одновременно эти питательные вещества становятся причиной неблагоприятных изменений микрофлоры слепых отростков.

Другой стороне «весов» соответствуют сенсоры NOD2 (рис. 2), задействованные в функциях ба-

рьерной защиты и контроля на уровне клеточной стенки. МДП, образующийся при полном расщеплении ПГН, 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 рис. 3.

Эволюционный парадокс – «РАЗВЕТВИТЕЛЬ СИГНАЛОВ».

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

Чем больше животные потребляют корма, тем больше они поглощают бактерий и тем с большим количеством ПГН сталкиваются. Фактически, в тонком кишечнике 90% бактерий являются мертвыми, а не пребывающими в состоянии покоя. Это означает постоянное присутствие фрагментов ПГН. Таким образом, одомашнивание животных привело к тому, что им теперь

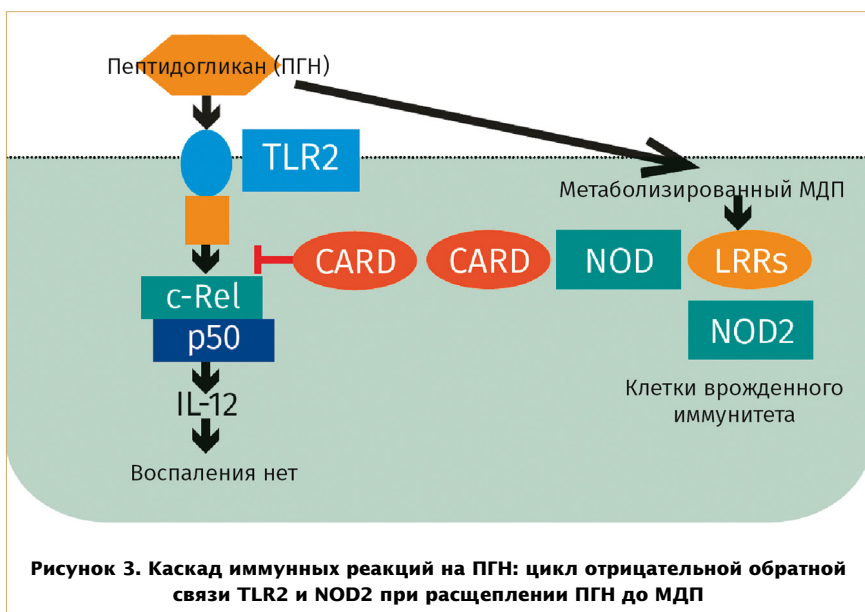


Рисунок 3. Каскад иммунных реакций на ПГН: цикл отрицательной обратной связи TLR2 и NOD2 при расщеплении ПГН до МДП



необходимо помогать расщеплять больше ПГН.

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. Возникшее воспаление приводит к приостановке всасывания питательных веществ.

Использование определенных механизмов. Добавление к корму синтетической мурамидазы (например, **Balancius® от DSM**) способствует расщеплению большего количества ПГН и установлению равновесия между противовоспалительными и провоспалительными процессами. При этом расщепить весь ПГН в кишечнике животного невозможно, да и не нужно. Для иммунитета животных важны реакции TLR-2. Вместо этого, для того чтобы ПГН не достигли рецепторов, нужно поддерживать плотные межклеточные соединения. Высвобождение МДП оказывает в тонком кишечнике прямое действие, обусловленное постоянной активацией рецепторов NOD2: происходит прекра-

шение воспаления и возврат к всасыванию питательных веществ. В результате птица получает все питательные вещества, необходимые ей для обеспечения оптимальной продуктивности.

Достижение баланса. Нам, ни разводимым нами животным не избежать соприкосновения с бактериями. Они повсюду, они эволюционировали вместе с нами. Отсюда следует постоянное присутствие риска неблагоприятного действия ПГН на здоровье кишечника и на продуктивные показатели. Для расщепления ПГН требуются разные ферменты, при этом в условиях сельскохозяйственного производства эндогенных ферментов животных для этого оказывается недостаточно. Оптимизировать данный процесс позволяет дополнительное введение в рационы ферментов, таких как мурамидазы, обеспечивающих здоровье кишечника. При высвобождении МДП организм переходит из состояния воспаления в нормальную ситуацию оптимального всасывания питательных веществ, при этом не допускается чрезмерной иммунной реакции, отрицательно сказывающейся на продуктивности животного.

Ферменты данной новой категории имеют совершенно иной механизм действия, отличный от традиционных ферментов, при этом они дополняют традиционные ферменты. Важно также отметить, что данный фермент действует только на мертвые бактерии и, таким образом, поддерживает полезную микрофлору. Применение ферментов, обеспечивающих здоровье кишечника, в сочетании с традиционными ферментами может способствовать повышению экологичности животноводства и помогать кормить постоянно растущее население планеты.

Ответ на загадку, поставленную в заглавии, звучит так: существуют кормовые ферменты, они гидролизуют питательные вещества, улучшая, таким образом, доступность корма для птицы. А ферменты, обеспечивающие здоровье кишечника, помогают расщеплять неизбежный побочный продукт - ПГН, и, таким образом, повышают эффективность работы пищеварительной и иммунной систем птицы.

Список литературы доступен по запросу.

Dietary Non-Digestive Enzyme: What Is It?

Dr. Richard Ducatelle

University of Gent (the Netherlands)

Summary: *Supplementation of diets for poultry with enzymes is presently a common practice. Phytases, carbohydrases, lipases, proteases improve the nutritive value of feeds and prevent the detrimental effects of dietary antinutritive factors. Enzyme supplements can also improve the intestinal health. The research related to the interactions between the immune function of the intestinal mucosa and the composition of gut microbiota evidenced that peptidoglycans presenting in the cell walls of all bacterial species potentially can compromise the barrier and absorbing functions of the intestine. The supplementation of feeds with enzymes degrading the peptidoglycans (e.g. muramidase) can balance the mucosal inflammations and improve intestinal health which results in the improvements in the productive performance, profitability and sustainability of poultry production. This brand-new concept effectively supports and traditional approach to the supplementation of feeds with exogenous enzymes and other bioactive additives.*

Keywords: *dietary enzymes, peptidoglycans, inflammation of intestinal mucosa, absorption of dietary nutrients, muramidase.*