

# Пептидогликаны: кишечный «мусор»

## Роль PGN в формировании иммунного ответа

Филип ван ИММЕРЗЕЕЛЬ  
Гентский университет, Бельгия



**Нормальное пищеварение в организме птицы и эффективность ведения птицеводства — наиболее обсуждаемые на протяжении длительного времени темы. В связи с запретом на использование антибиотиков — стимуляторов роста в Евросоюзе и с сокращением применения во всем мире этих препаратов появилась необходимость в поиске новых, альтернативных решений.**

### Кишечный «мусор»

Сегодня возросла частота возникновения различных патологий, в частности некротического энтерита и дисбактериоза. В результате сельхозпроизводители нередко сталкиваются с такой проблемой, как сокращение прироста живой

массы, что обусловлено пониженной перевариваемостью питательных веществ и ухудшением их всасывания в кишечнике. Влажный помет — один из факторов, способствующих образованию язв на подушечках лап птицы при нарушении условий содержания поголовья.

Новое исследование посвящено изучению свойств так называемого кишечного «мусора» — пептидогликанов, или PGN, и липополисахаридов (они образуются в процессе жизнедеятельности комменсальных бактерий) — и определению влияния таких соединений на работу желудочно-кишечного тракта птицы.

В этой статье речь пойдет о пептидогликанах.

Клеточные стенки бактерий состоят из нескольких слоев. Помимо мембран, в них могут входить липополисахариды, протеины и пептидогликаны. В клетках грамположительных бактерий внешний слой PGN толстый, а в клетках грамотрицательных бактерий слой PGN тонкий и расположен между внутренней и внешней мембранами и липополисахаридами (рис. 1).

Пептидогликаны состоят из крупной структуры полимера аминокислоты/сахара, что обеспечивает устойчивость бактерий к осмотическому давлению и защищает их от воздействия внешней среды (рис. 2).

В процессе жизнедеятельности бактерий в ЖКТ животных и птицы выделяются фрагменты клеточных стенок, а значит, в кишечнике остается большое количество PGN. В здоровом организме бактерии, входящие в состав кишечной микробиоты, заболеваний обычно не вызывают, но фрагменты клеточных стенок бактерий часто служат причиной «замусоривания» ЖКТ.

Фрагменты клеточных стенок, включая PGN, могут влиять на перевари-

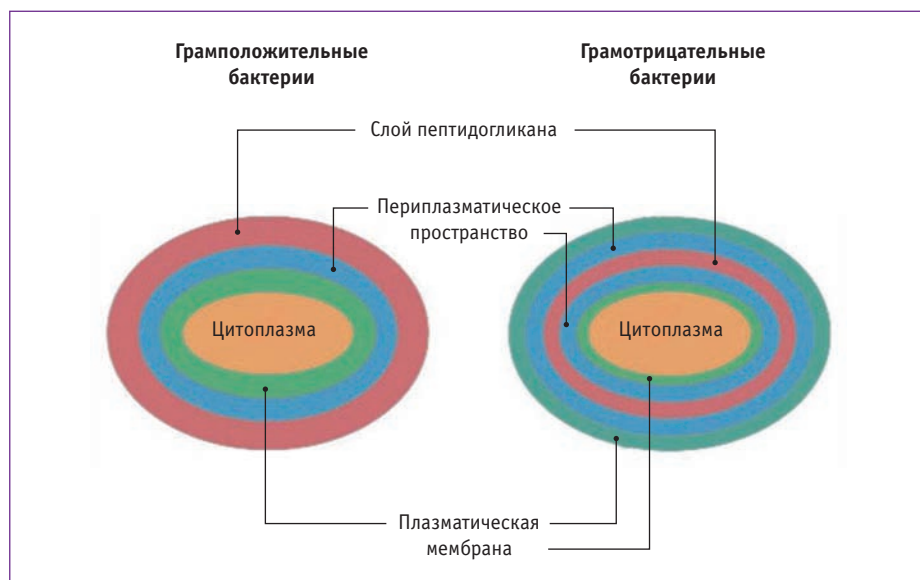
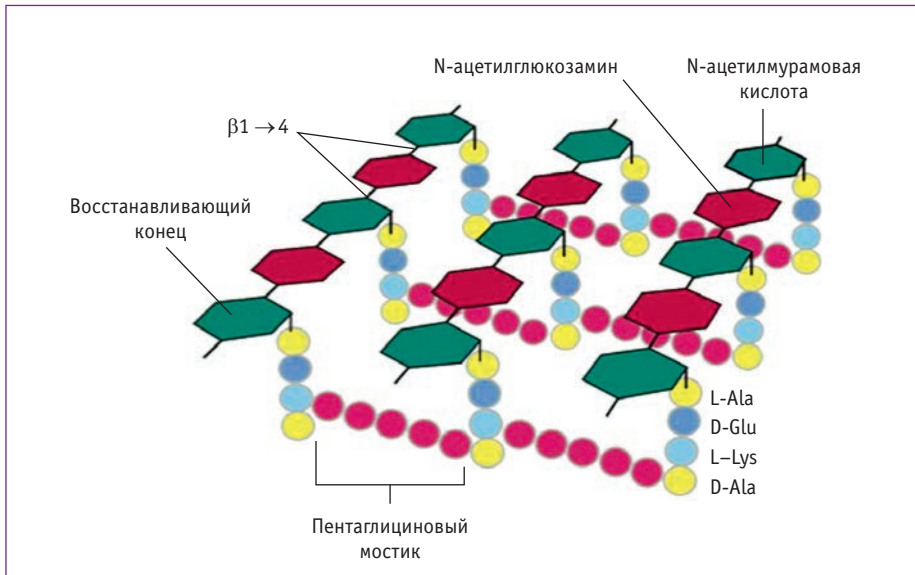


Рис. 1. Клеточные стенки грамположительных и грамотрицательных бактерий



**Рис. 2. Структура пептидогликана (DSM)**

мость и всасывание питательных веществ. Это объясняется протекающими в кишечнике воспалительными реакциями (их запускают PGN).

Естественная смерть бактериальных клеток — основной фактор, которым обусловлено наличие PGN в кишечнике. С повышением микробной нагрузки в ЖКТ увеличивается количество «мусора» — бактериальных клеток, а следовательно, растет концентрация PGN.

Ученые проводят исследования, чтобы установить взаимосвязь между микробиомом и иммунной системой слизистых оболочек организма-хозяина. Очень важно определить содержание PGN в просвете кишечника и оценить степень влияния пептидогликанов на течение воспалительных процессов в организме птицы, а также на переваримость и всасывание питательных веществ в ЖКТ.

**PGN в кишечнике**

Выделение пептидогликанов в кишечнике происходит непрерывно. В случае поражения эпителия, например при воздействии кокцидий, микотоксинов и бактериальных токсинов, PGN достигают рецепторов (в частности, TLR2), расположенных на базолатеральной поверхности эпителиальных клеток, активируют TLR2-рецепторы и тем самым запускают воспалительный процесс. В кишечнике белки, распознающие пептидогликаны, связываются с PGN и расщепляют их молекулы на более мелкие фрагменты.

Кишечный лизоцим разрушает PGN, из-за чего разрушается потенциальный воспалительный сигнал, вызываемый пептидогликанами. Распад PGN может приводить к образованию мурамилдипептидов (МДП). Их распознают внутриклеточные рецепторы, например NOD2. МДП обладают противовоспалительными свойствами.

*В процессе жизнедеятельности бактерий в ЖКТ животных и птицы выделяются фрагменты клеточных стенок, а значит, в кишечнике остается большое количество PGN.*

*Распад PGN может приводить к образованию мурамилдипептидов, которые обладают противовоспалительными свойствами.*

Дальнейший структурный и биохимический анализ пептидогликанов даст понимание того, что между гибелью бактериальных клеток и иммунной системой слизистых оболочек организма-хозяина существует взаимосвязь.

**Роль ферментов**

Вырабатываемые в ответ на заражение ферменты являются ключевой составляющей врожденного иммунитета. Ферменты играют важную роль в регулировании иммунной системы организма-хозяина в случае присутствия патогенов. Часть ферментов обладает антибактериальными свойствами.

Некоторые эндогенные ферменты убивают бактерии путем гидролиза PGN. При этом в ЖКТ выделяются образующиеся при распаде микро-

организмов продукты, включая PGN, что в свою очередь может привести к активации рецепторов в клетках хозяина и к запуску воспалительных реакций при распознавании PGN TLR2-рецепторами.

Установлено, что ферменты способствуют снижению воспаления на участках слизистых оболочек при дальнейшем разрушении PGN. Однако механизм этого тонкого баланса до конца не изучен.

**Действие PGN на иммунитет**

Пептидогликаны запускают как врожденный, так и адаптивный иммунный ответ на инфекцию. Поскольку распознавание PGN позволяет управлять воспалительными реакциями при желудочно-кишечных инфекциях, ключевую функцию выполняют ферменты, поддерживающие баланс между провоспалительным и противовоспалительным ответом иммунных клеток.

Сегодня ученые разрабатывают технологии, позволяющие изменять структуру PGN путем расщепления провоспалительных PGN до противовоспалительных МДП. Для птицеводства это имеет большое практическое зна-

чение, поскольку использование таких методов даст возможность оптимизировать условия содержания поголовья, предотвратить развитие нежелательных воспалительных процессов и тем самым повысить эффективность выращивания птицы.

*Оригинал статьи размещен в журнале International Poultry Production, том 27, № 4.*

**ЖР**

**Представительство  
компании DSM Nutritional Products  
в России  
129226, Москва,  
ул. Докукина, д. 16, стр. 1  
Тел.: +7 (495) 980-60-60  
www.dsm.com/animal-nutrition-health**

# ЖИВОТНОВОДСТВО РОССИИ

НОЯБРЬ 2019

**RONOZYME®**  
**HiPhos**  
...a DSM Enzyme

## Ронозим ХайФос

Инновационная фитаза нового поколения



ДСМ Нутришнл Продактс  
129 226, Москва, ул. Докукина, д. 16, стр. 1  
Тел.: (495) 980 60 60  
Факс: (495) 980 60 61

[www.dsmnutritionalproducts.ru](http://www.dsmnutritionalproducts.ru)

### Ронозим ХайФос:

- эффективное расщепление фитата, максимальное высвобождение фосфора, кальция и аминокислот
- единственная фитаза на рынке, обладающая подтвержденным дополнительным эффектом (высвобождение мио-инозитола)
- уникальная форма продукта — это высокое качество смешивания и сохранность в премиксах и комбикормах
- позволяет снизить количество используемых в составе комбикорма кормовых фосфатов до нуля