



# Путешествие, полное открытий: влияние пептидогликанов на функционирование желудочно- кишечного тракта птицы

Янсман А., старший научный сотрудник  
НИИ животноводства, Вагенингенский университет, Нидерланды

*Эффективное функционирование желудочно-кишечного тракта и его здоровье являются важными факторами, определяющими показатели продуктивности птицы. Существует взаимосвязь между рационом, желудочно-кишечным барьером, кишечной микрофлорой, пищеварением, всасыванием питательных веществ и иммунитетом. Недавно сообщалось, что повышенное количество фрагментов бактериальных клеточных стенок, в основном, пептидогликанов (PGN), может нарушать функционирование желудочно-кишечного тракта и снижать показатели продуктивности птицы. В ходе нового исследования изучили, каким образом добавление в рацион фермента мурамидазы для расщепления PGN может помочь организму птицы.*

**Что такое PGN и для чего они нужны?** Стенки бактериальных клеток, в основном, состоят из пептидогликанов (PGN), имеющих сетчатую структуру. Естественно, что во время обновления бактерий большое количество PGN попадает в кишечник. Большинство PGN перерабатывается в ходе биосинтеза клеточной стенки, но они также могут накапливаться в просвете кишечника, влияя на работу желудочно-кишечного тракта (ЖКТ). Пептидогликаны распознаются специфическими рецепторами, расположенными на базолатеральной поверхности эпителиальных клеток, вызывая воспалительные и иммунные реакции.

**Проблемы с кишечником.** По мере развития кишечника и его микробиома птица сталкивается с целым рядом проблем, связанных, например, с рационом и окружающей средой. Кокцидии, гельминты, микотоксины и патогенные бактерии наносят значительный вред проходимости просвета кишечника. В течение жизни птицы как микроби-

ом кишечника, так и ее иммунная система развиваются во взаимодействии друг с другом. Хотя сами комменсальные бактерии не вызывают заболеваний, фрагменты их клеточных стенок способствуют скапливанию отходов жизнедеятельности в кишечнике. Поэтому PGN представляют собой серьезную проблему для здоровья кишечника птицы.

Лизоцим (мурамидаза) в кишечнике может разрушать PGN, что снижает вызываемые ими потенциальные воспалительные сигналы. Распад PGN может привести к образованию мурамилдипептида (MDP), который, в свою очередь, воспринимается внутриклеточными рецепторами (такими как NOD2) и оказывает противовоспалительное действие. Однако ввиду высокого уровня потребления корма и быстрой скорости его прохождения через ЖКТ бройлеры не способны вырабатывать достаточное количество эндогенного лизоцима для расщепления присутствующего в кишечнике пептидогликана. Добавление в рацион экзогенной

мурамидазы (Balancius®) ведет к увеличению способности организма расщеплять PGN в мертвых клеточных стенках бактерий, и, следовательно, помогает поддерживать оптимальное функционирование кишечника.

**Польза от расщепления PGN.** В недавнем исследовании оценивали влияние мурамидазы на показатели продуктивности, энергетический обмен и всасываемость питательных веществ у бройлеров. Наблюдалось дозозависимое улучшение как прироста живой массы, так и конверсии корма, хотя после включения в рационы бройлеров трех уровней экзогенной мурамидазы никакого влияния на потребление корма отмечено не было. В группах, получавших экзогенную мурамидазу в течение 42 дней, наблюдался значимо более высокий показатель Европейского индекса эффективности производства EPEF (431) по сравнению с контрольной группой (403). Было отмечено повышение потребления калорий после включения в рацион экзогенной мурамида-



зы. В более раннем исследовании сообщалось, что добавление в рацион экзогенной мурамидазы привело к увеличению усвояемости основных питательных веществ в кишечнике, что свидетельствует об улучшении всасывательной способности и функционирования кишечника.

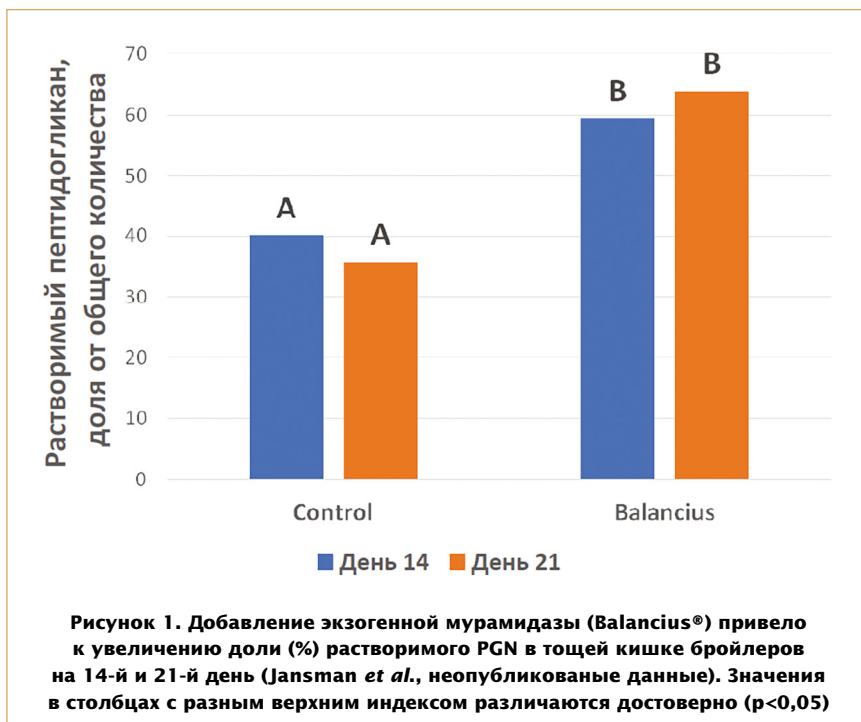
Влияние мурамидазы в качестве кормовой добавки на расщепление PGN во фрагментах клеточной стенки (мертвой) микробиоты в кишечном тракте может уменьшить потенциальные воспалительные эффекты, вызванные PGN. Результаты исследования, опубликованные в прошлом году, подтвердили, что экзогенная мурамидаза гидролизует PGN до MDP, активируя NOD2, который обладает противовоспалительным действием, и, тем самым, способствует улучшению здоровья кишечника организма-хозяина.

**Преднамеренная нагрузка PGN.** Недавно в НИИ животноводства Вагенингенского университета была разработана новая модель преднамеренной нагрузки организма пептидогликанами. Для того чтобы вызвать постоянную и значительную нагрузку на кишечник бройлеров, использовали известное количество PGN (2,6 г/кг), выделенного из *Bacillus subtilis*. Это примерно вдвое превышает количество PGN, которое наблюдалось бы у бройлеров в стандартных условиях. Целью исследования было получение в условиях *in vivo* доказательства того, что экзогенная мурамидаза (Balancius®) расщепляет PGN в просвете кишечника бройлеров, а также изучение механизма уменьшения экзогенной мурамидазой воспалительного действия PGN на слизистую оболочку кишечника.

В период с 1 по 21 дни жизни бройлеры получали один из че-

тырех экспериментальных рационов на основе кукурузы и соевого шрота. Контрольная группа 1 получала рацион без добавок; группы 2 и 3 получали добавки PGN; группы 3 и 4 получали добавки экзогенной мурамидазы (35 тыс. единиц активности на 1 кг живой массы). Хотя показатели продуктивности также были оценены, исследование проводилось не для демонстрации различий в продуктивности, а, скорее, для изучения всестороннего воздействия PGN на кишечник бройлеров. Для этого анализировали образцы крови, тканей кишечника и других органов пищеварительной системы в возрасте 2 и 3 недель жизни.

Включение в рацион экзогенной мурамидазы независимо от нагрузки PGN привело к значимому увеличению растворимости PGN в тощей кишке (рис. 1). Это доказывает в условиях *in vivo* ак-



тивность экзогенной мурамидазы, которая, как и ожидалось, разрушает PGN в просвете кишечника.

**Здоровье кишечника.** Микробиота кишечника является ключевым фактором в защите от патогенов, и в то же время она чувствительна к нарушениям, которые могут привести к воспалительным реакциям в кишечнике. В этом случае нарушается его функциональность, включая барьерную функцию, а также усвояемость и всасывание питательных веществ. Сообщалось, что всасывание каротиноидов снижается при кишечных инфекциях. На 20-й день исследования концентрация общих каротиноидов в плазме крови была значительно выше в группах, получавших экзогенную мурамидазу. Эти результаты свидетельствуют о том, что включение в рацион экзогенной мурамидазы стимулировало всасывание пищевых каротиноидов и привело к улучшению барьерной функции кишечника, противодействуя, тем самым, неблагоприятному воздействию PGN на просвет и барьерную функцию


кишечника. Поскольку каротиноиды всасываются с жирами, они являются потенциальным маркером усвояемости жиров у птицы, а также могут иметь отношение к барьерной функции кишечника. Например, сообщалось что экспериментальный кокцидиоз снижает барьерную функцию кишечника, а также уровень каротиноидов в плазме крови.

В ходе этого исследования было установлено, что преднамеренное введение в организм PGN в группе 2 увеличивает приток внутриэпителиальных лимфоцитов и вызывает нагрузку на локальный кишечный иммунитет. У группы 3, получавшей PGN и экзогенную мурамидазу одновременно, не наблюдалось такого увеличения числа внутриэпителиальных лимфоцитов. Это свидетельствует о благоприятном влиянии фермента на локальный иммунитет, которое проявляется в смягчении воспалительных реакций в слизистой кишечника в условиях преднамеренной PGN-нагрузки. При включении мурамидазы в рацион также были от-

мечены незначительные изменения в генах, связанные с целостностью и функцией эпителия тонкого кишечника.

**Еще многое предстоит изучить.** Существует постоянный риск со стороны PGN для здоровья кишечника и эффективности производства. Результаты этого нового исследования подтверждают благоприятные эффекты дополнения рациона бройлеров экзогенной мурамидазой. Они также отвечают на многие вопросы относительно неблагоприятного влияния PGN на показатели продуктивности птицы. Важность этого исследования состоит в том, что оно предоставило информацию о способах поддержания гомеостаза кишечника и сохранения эффективности роста птицы. Активность экзогенной мурамидазы увеличивает растворимость PGN в пищеварительном тракте и снижает вызванные PGN воспалительные эффекты, влияющие на функционирование кишечника. Однако еще многое предстоит узнать, и дополнительные исследования механизма действия экзогенной мурамидазы помогут объяснить ее способность раскрывать незадействованный потенциал организма птицы. Понимание связанных с этим процессов может помочь улучшить здоровье, условия содержания и показатели продуктивности птицы, а также поможет птицеводческой отрасли удовлетворить увеличивающийся спрос на ее продукты со стороны растущего населения.

**Для контакта с автором:**

 **ДСМ Нутришнл Продактс**  
**129226, Москва,**  
**ул. Докукина, 16, стр. 1**  
**+ 7 (495) 980-60-60**  
[www.dsm.com/anh](http://www.dsm.com/anh)