



УДК 636.087.8

Как редактирование микробиома влияет на прибыль, или понятно о непонятном

Тюрина Д.Г., кандидат экономических наук, заместитель директора по финансам

Ильина Л.А., кандидат биологических наук, начальник лаборатории

Селиванов Д.Г., кандидат биологических наук, менеджер по продажам

Большаков В.Н., кандидат биологических наук, главный специалист отдела продаж

Йылдырым Е.А., кандидат биологических наук, биотехнолог

ООО «БИОТРОФ», г. Санкт-Петербург

Аннотация: Обсуждаются современные методы анализа и корректировки (редактирования) микробиома пищеварительного тракта птицы. Показана роль кишечной нормофлоры в стабилизации функций пищеварительной системы и в более полном использовании макроорганизмом кормовых субстратов, а также в конкурентном вытеснении патогенной и условно-патогенной микрофлоры. Редактирование микробиома птицы может существенно повысить как зоотехнические показатели птицы, так и экономическую эффективность птицеводства.

Ключевые слова: сельскохозяйственная птица, желудочно-кишечного тракт, микробиом, редактирование, пробиотики, продуктивность, экономическая эффективность.

Специалисты птицефабрик принимают решения по кормлению и содержанию птицы в напряженном информационном поле, перенасыщенном информацией о различных способах увеличения продуктивности. При этом понятно, что в современных условиях достижимы чрезвычайно высокие зоотехнические показатели (вплоть до конверсии корма у бройлеров на уровне 1,3 кг/кг), однако в ущерб экономической эффективности. Другими словами, цена рекордов бывает слишком высока.

Доказательства эффективности различных препаратов не всег-

да опираются на экономические, бухгалтерские категории, понятные собственнику, такие как чистый денежный поток, прибыль, рентабельность. В то же время, для собственников мерилom эффективности деятельности птицефабрики, как и любой другой коммерческой организации, является прибыль, а не длина ворсинок в кишечнике цыпленка-бройлера.

Тем не менее, не вызывает сомнений тот факт, что микробиом желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) птицы является одним из факторов, определяющих зоотехнические и, в конечном счете,

финансовые показатели птицефабрики.

Надо ли контролировать микробиом? Обитающая в кишечнике микрофлора выполняет многочисленные функции по поддержанию гомеостаза макроорганизма, играя важную роль в процессах переваривания кормов и защите от патогенов. Значимость микробиома не менее важна, чем функция любого жизненно важного органа.

Реализация функций «микробного органа» зависит от его состава и стабильности. По современным оценкам на основе молекулярно-генетических методов, в



микробиоме кишечника птицы количество разнообразных микроорганизмов может достигать 600-1000 видов, которые находятся в балансе и постоянном взаимодействии между собой.

В условиях современных масштабных птицекомплексов птица постоянно подвергается вакцинациям, антибиотикотерапии, стрессам в результате скармливания некачественных кормов, смен рационов, колебаний температуры и влажности. Все эти факторы относят к основным причинам нарушения стабильности и сбалансированности микробиома, приводящим к появлению *дисбиозов кишечника*, снижению резистентности птицы и развитию заболеваний, причем зачастую в субклинической форме.

Следствием дисбаланса микробиома кишечника птицы является развитие дисфункции физиологических и биохимических процессов, нарушение пищеварения и усвоения питательных веществ, что для коммерческого птицеводства является серьезной проблемой, связанной с ухудшением конверсии корма и снижением прибыльности.

Исследования, проведенные специалистами компании «БИОТРОФ», показали, что применение пробиотиков может ока-

зывать стабилизирующее действие на микробиом кишечника птицы на фоне различных неблагоприятных факторов. Стабилизация происходит за счет направленного редактирования микробиома, ориентированного на подавление патогенов и нормализацию метаболических процессов усвоения кормов.

Здоровая несушка - залог яичной продуктивности. Рассмотрим один из примеров влияния коррекции структуры микрофлоры ЖКТ на продуктивность птицы и, в конечном итоге - на прибыль.

В Республике Мордовия расположена крупная птицефабрика яичного направления, на которой проводился опыт по влиянию редактирования структуры микробиома ЖКТ птицы на финансовый результат. Опыт проводился в период с 16 марта по 26 апреля 2017 г. Для проведения опыта был предоставлен корпус №43, в качестве контрольного варианта - корпус №42. Поголовье в опытном корпусе на начало опыта составляло 39514 голов, в контрольном корпусе - 42519 голов.

Опыт проходил на птице кросса Хайсекс Браун в период с 27 по 32 неделю жизни, на пике яйценоскости. Нормы посадки, световой, температурный, влажност-

ный режимы, кормление и поение соответствовали требованиям для кросса. Несушкам опытной группы вводили в рацион пробиотик Целлобактерин®-Т из расчета 1 кг/т комбикорма, несушкам опытной группы пробиотик не давали. Показатели питательности комбикормов контрольной и опытной групп практически совпадали. Основные результаты опыта представлены на рис. 1.

При стоимости десятка яйца 35 руб., в результате применения ферментативного пробиотика Целлобактерин®-Т было дополнительно получено 3750 десятков яиц, что позволило получить дополнительной выручки 131250 руб. С учетом средств, затраченных на приобретение Целлобактерина®-Т, дополнительная прибыль предприятия составила 95250 руб. Что интересно, и в «тучном» марте, и в «худом» апреле действие пробиотика было однонаправленным: происходило увеличение яичной продуктивности.

За счет чего были получены эти показатели? Какое влияние оказало редактирование микробиома?

**Здоровый микробиом
правильный обмен веществ.**

Для редактирования микробиома ЖКТ птицы был использован

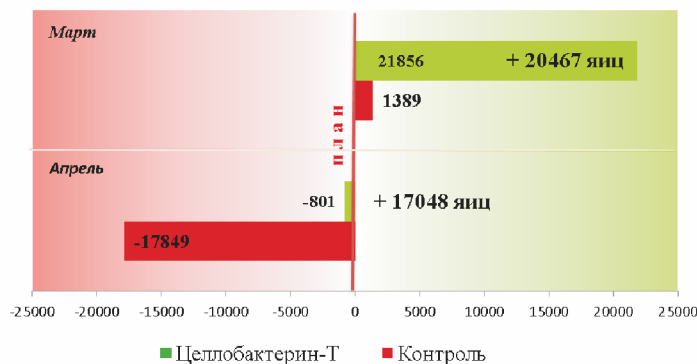


Рисунок 1. Влияние применения в рационе птицы пробиотика Целлобактерин®-Т на плановые показатели производства яиц, шт

тельствует о повышении интенсивности процессов ферментации кормов. На основе молекулярно-генетических исследований показано, что содержание в кишечнике птицы ряда целлюлозолитических бактерий (лахноспиры, клостридии) имеет *достоверную связь с конверсией корма*.

Это связано с тем, что в процессе расщепления моно-, олиго- и полисахаридов кормов целлюлозолитические бактерии выделяют значительное количество летучих жирных кислот (ЛЖК), в т.ч. масляную, уксусную, пропионовую, валериановую и др. ЛЖК выполняют важные функции в регуляции гомеостаза и функционирования кишечного тракта птицы. Полученные при ферментации углеводов кормов ЛЖК всасываются и используются как источник энергии на пролиферацию клеток обновляющейся слизистой кишечника, покрывают большой процент энергопотребности макроорганизма.

Так, *масляная кислота*, образующаяся *целлюлозолитическими клостридиями, зубактериями и лахноспирами*, обладает противовоспалительным действием, является основным энергетическим материалом для колоноцитов - клеток эпителия кишечника, обладает антимикробным

пробиотик Целлобактерин®-Т, содержащий специально отселектированные штаммы бактерий, выполняющие одновременно функции кормового фермента и пробиотика.

Бактерии, входящие в состав пробиотика Целлобактерин®-Т, обладают ферментативной системой, эффективно расщепляющей некрахмалистые полисахариды, в том числе целлюлозу. Благодаря этим свойствам применение пробиотика в рационах птицы эффективно повышает усвояемость не только зерновых, но и подсолнечного шрота, отрубей, что позволяет экономить на компонентах.

Благодаря ферментативным свойствам пробиотика была достигнута цель *нормализации метаболических процессов* в ЖКТ птицы. Следует отметить, что у птиц полностью отсутствуют собственные ферменты, ответственные за расщепление клет-

чатки и других некрахмалистых полисахаридов, поэтому их переваривание происходит исключительно с участием микроорганизмов - *целлюлозолитиков*, содержащихся в слепых отростках кишечника.

На рис. 2 отражены результаты молекулярно-генетического анализа методом T-RFLP (terminal restriction fragment length polymorphism) состава микробиома слепых отростков кишечника птицы. Данный метод предназначен для определения количества и относительной численности всех бактерий микробиома, что дает возможность его широкого и глубокого сравнительного анализа.

Показано, что на фоне применения пробиотика в слепых отростках кишечника птицы существенно увеличилось общее количество целлюлозолитических видов (+34% по сравнению с контрольной группой), что свиде-



действием, благотворно влияет на процессы пищеварения. Уксусная и пропионовая кислоты, которые синтезируются целлюлозолитическими руминококками и бактероидами, восстанавливают функции поврежденных тканей печени и играют важную роль в метаболических процессах, сдерживают развитие патогенов и активизируют моторную активность кишечника.

О повышении интенсивности ферментативных процессов в слепых отростках кишечника птицы при скормливании в составе рациона пробиотика Целлобактерин®-Т свидетельствует также увеличение у них содержания кислот-утилизирующих бактерий *селеномонад* (+39%). Данные микроорганизмы обладают способностью одни органические кислоты, образуемые целлюлозолитическими бактериями, преобразовывать в другие (например, образуют из янтарной кислоты пропионовую).

Таким образом, применение пробиотика в рационах птицы способствовало увеличению метаболического потенциала кишечного микробиома за счет повышения содержания ферментов, расщепляющих клетчатку и крахмал, количества доступного протеина и незаменимых аминокислот, сахаров и летучих

жирных кислот, повышения переваримости и усвояемости кормов.

Задача - вытеснить патогены. С другой стороны, благодаря пробиотическим свойствам штаммов, входящих в состав пробиотика Целлобактерин-Т, в кишечнике птицы произошло увеличение содержания *лактобактерий* (+34%) и *бифидобактерий* (+57%). Увеличение доли данных представителей нормофлоры у птицы на фоне пробиотика связано также с повышением концентраций ЛЖК, обладающих антимикробным эффектом благодаря их способности к снижению уровня pH в кишечнике. Так, в одном из последних исследований было показано, что высокие концентрации ацетата (уксусной кислоты) в кишечнике способствуют увеличению доли полезных бактерий, в том числе родов *Bifidobacterium* и *Lactobacillus*, для роста которых требуется кислая среда.

К важным свойствам лакто- и бифидобактерий относят их способность к синтезу широкого спектра антимикробных соединений, в т.ч. органических кислот и бактериоцинов, способных к антагонистическому вытеснению из кишечника патогенов (сальмонелл, протеев, стафилококков, кишечной палочки, стрептокок-

ков). Данные микроорганизмы синтезируют *молочную кислоту*, обладающую антимикробным эффектом и подкисляющую содержимое кишечника птиц. *Бактериоцины*, которые синтезируют лакто- и бифидобактерии, являются специфическими для определенных штаммов белками, подавляющими жизнедеятельность различных групп условно-патогенных и патогенных микроорганизмов.

На фоне увеличения в слепых отростках кишечника птицы, получающей пробиотик Целлобактерин-Т, содержания лакто- и бифидобактерий произошло общее снижение представленности в ЖКТ птицы условно-патогенных и патогенных видов: на 34% *энтеробактерий* (возбудителей гастроэнтеритов), на 60% *кампилобактерий* (возбудителей кампилобактериоза), на 49% *фузобактерий* (возбудителей некротических энтеритов), на 57% *актинобактерий* (возбудителей актиномикозов).

Таким образом, сдвиг в пользу представителей нормофлоры, наряду с практически полным вытеснением патогенов из микробиома птицы вследствие отсутствия ниши для их развития, свидетельствует о *стабилизации микробиома кишечника в результате скормлива-*

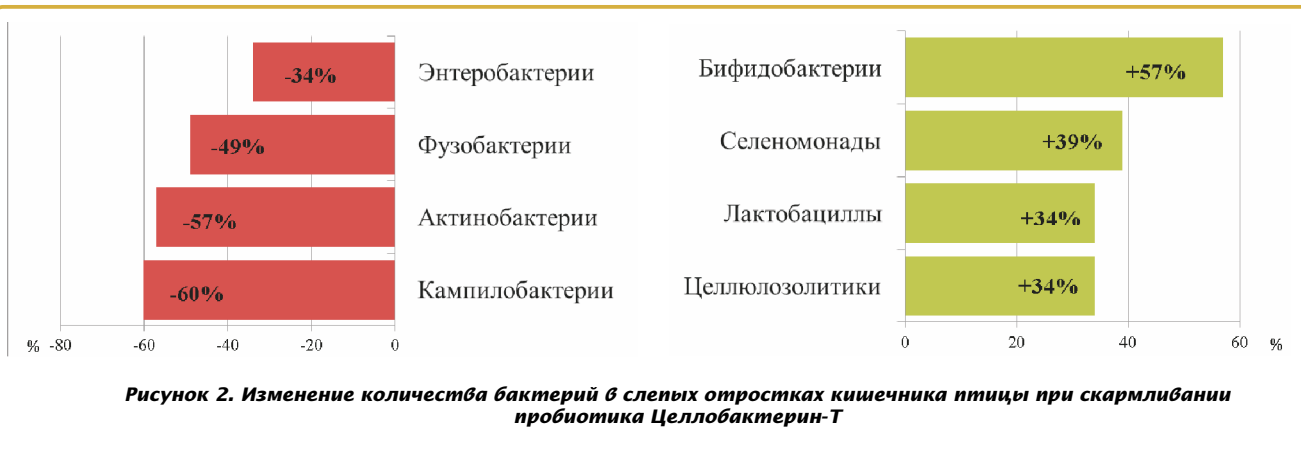


Рисунок 2. Изменение количества бактерий в слепых отростках кишечника птицы при скармливании пробиотика Целлобактерин-Т

ния птице пробиотика.

Не все пробиотики одинаково полезны. Тем не менее, важно учитывать, что далеко не все пробиотические штаммы обладают необходимыми для редактирования микробиома свойствами. Это зависит от набора полезных свойств, обусловленных на генетическом уровне присутствием определенных генов в геноме микроорганизма-пробиотика.

В молекулярно-генетической лаборатории компании «БИОТРОФ» для проверки присутствия необходимых для коррекции микробиома генов использу-

ется метод современного высокопроизводительного секвенирования (NGS-sequencing; рис. 3). Этот метод позволяет оценивать присутствие необходимых для редактирования микробиома генов у пробиотических штаммов. Применение данного подхода позволяет комплексно оценивать, совершенствовать и получать эффективные биологические препараты с заданными функциональными свойствами для животноводства и птицеводства.

На основании полученных результатов научными сотрудниками компании разработан ряд инновационных пробиотических

препаратов, каждый из которых получен в результате длительной селекционной работы и имеет доказанный широкий спектр физиологических эффектов.

Заключение. Таким образом, нормализуя микробиом, а, соответственно, метаболические функции и устойчивость организма птицы к заболеваниям, мы можем улучшать зоотехнические показатели, что приводит к увеличению прибыли. Практически всем известно триединство факторов производства - труда, земли и капитала, сформулированное еще Карлом Марксом. В современном мире извлечение прибыли невозможно без использования четвертого фактора - информации. Будет справедливым признать, что микробиом - это часть информационного фактора производства. Грамотно управляя имеющимися факторами производства, менеджмент компании может обеспечить эффективность. Птицефабрика



Рисунок 3. Анализ генома пробиотических штаммов: А - прибор NGS-секвенатор для анализа генома (лаборатория «БИОТРОФ»); Б иллюстрация генома пробиотического штамма.

КОРМЛЕНИЕ
NUTRITION

способна генерировать гораздо больший доход и прибыль, чем представляется, с помощью регулирования микробиома.

Для контакта с авторами:

Тюрина Дарья Георгиевна

E-mail: tiurina@biotrof.ru

Ильина Лариса Александровна

E-mail: ilina@biotrof.ru

Селиванов Дмитрий

Геннадьевич

E-mail: ds@biotrof.ru

Большаков Владислав

Николаевич

E-mail: bvn@biotrof.ru

Йылдырым Елена

Александровна

E-mail: deniz@biotrof.ru

**Microbiome Editing in Poultry and Profitability,
or Comprehensibly on Incomprehensible**

Tiurina D.G., Ilyina L.A., Selivanov D.G., Bolshakov V.N., Yildirim E.A.

BIOTROF Co., Saint-Petersburg

Summary: *The modern methods and biotechnologies for the analysis and correction (editing) of microbiota of the gastrointestinal tract in poultry are discussed. The role of normal microbial species in the stabilization of the digestion and better assimilation of dietary substrates by the macroorganism is highlighted, together with the role in the competitive displacement of pathogenic and opportunistic species. Microbiome editing can substantially improve the productive performance in poultry and profitability of poultry production.*

Key words: *poultry, gastrointestinal tract, microbiome, editing, probiotics, productive performance, profitability.*

