



Уже достаточно давно ученые всего мира пришли к выводу, что микробиом кишечника животных и птиц, то есть сообщество бактерий, живущих в симбиозе с организмом, — это один из «органов» тела наряду с сердцем, легкими, печенью. «Заболевания» микробиома так же опасны, как и заболевания других органов, и часто приводят к снижению продуктивности. Работа этого «органа» может быть легко нарушена неблагоприятными внешними факторами: введением в рацион кормов низкого качества, загрязненных микотоксинами, частой смене рационов, заболеваемости, снижением иммунитета, нарушением условий содержания, стрессовыми факторами и др.

Давно доказано, что состав микробиома животных и птиц нуждается в корректировке при помощи введения в рацион штаммов полезных пробиотических бактерий.

ВПЕРЕДИ ПЛАНЕТЫ ВСЕЙ

Исследователи петербургской научно-производственной компании «БИОТРОФ», где имеется уникальный центр молекулярно-генетических исследований, разработали инновационный метод, который позволяет измерять и наблюдать, как меняется состояние микробиома сельскохозяйственных животных и птиц, а значит данный метод может помочь в «лечении» микробиома. Этот метод включает ряд новаторских методик для анализа метагеномов — наборов генов больших сообществ микроорганизмов, которые обитают в кишечнике животных и человека.

Следующим этапом явилось освоение и модификация исследователями ООО «БИОТРОФ» методики полногеномного секвенирования и реконструкции метаболических путей, которая позволяет всесторонне оценить свойства, механизмы действия и биологический потенциал штаммов бактерий в составе биопрепаратов. Процесс создания таких метаболических карт может приводить к важным результатам уже на этапе разработки биопрепарата. Кроме того, исследователь может эффективно оценить весь спектр возможностей и конкурентоспособность пробиотических бактерий при попадании в кишечник хозяина.

ВЕЛИКОЛЕПНЫЙ ДУЭТ

Недавно, благодаря работе компании «БИОТРОФ» и ее центра, появи-

лась новинка — многокомпонентный пробиотик Профорт на основе двух штаммов микроорганизмов *Bacillus megaterium* и *Enterococcus faecium*. Результаты многочисленных опытов, проведенных на птице, доказали безусловную эффективность применения биопрепарата: при его использовании значительно повышалась сохранность поголовья, увеличивался среднесуточный прирост живой массы бройлеров и повышалась яйценоскость у яичной птицы.

Проведенный филогенетический анализ штаммов *B. megaterium* и *Ent. faecium* в составе пробиотика Профорт выявил уникальность метаболических возможностей данных микроорганизмов по сравнению с аналогичными видами бактерий.

Так, на рисунке 1 в качестве примера показана степень филогенетической близости штамма *B. megaterium* в составе Профорта к геномам родственных микроорганизмов. Видно, что между штаммом бактерии в составе биопрепарата и другими микроорганизмами того же вида были обнаружены значительные различия в составе геномов, а, следовательно, и уникальность путей метаболизма. Такое геномное разнообразие у штаммов бактерий *B. megaterium* и *Ent. faecium* в составе пробиотика Профорт могло появиться в результате мутаций и горизонтального переноса генов между микроорганизмами.

В результате проведения биоинформатической обработки с использованием базы данных «KEGG» выяснилось, что штаммы бактерий *B. megaterium* и *Ent. faecium* в составе пробиотика Профорт обладают рядом

весьма полезных свойств, придающих им гораздо более выраженную метаболическую активность по сравнению с аналогичными видами бактерий.

Как видно из рисунка 2, в клетках *B. megaterium* и *Ent. faecium* в составе пробиотика Профорт имеется ряд ферментов, участвующих в биосинтезе важнейших соединений: аминокислот, в том числе, незаменимых, витаминов, органических кислот, бактериоцинов и др.

Так, например, **цистеин** и **метионин**, образуемые *Ent. faecium*, являются лимитирующими для птиц, поскольку в составе рационов наиболее часто наблюдается дефицит их содержания. Преимуществами микробного синтеза аминокислот перед химическим является способность бактерий образовывать эти вещества в биологически активной L-форме.

Особое значение имеет непротейногенная γ -аминомасляная кислота, продуцируемая *B. megaterium*, которая принимает участие в нейромедиаторных и метаболических процессах. Она используется в промышленном птицеводстве в качестве адаптогена, в том числе, для профилактики каннибализма, повышения резистентности организма, нормализации нейрогуморального статуса.

Одним из важнейших продуктов бактериального синтеза являются такие соединения как органические кислоты, значение которых для организма животных и птиц чрезвычайно важно. Штаммы бактерий *B. megaterium* и *Ent. faecium* в составе пробиотика Профорт позволяют вырабатывать достаточное количество указанных соединений, которые обладают противовоспалительным воздействием, защищают организм от патогенов и токсинов, поддерживают микробное равновесие и целостность слизистой кишечника.

Так, например, **бутират**, образуемый *B. megaterium*, стимулирует обновление клеток слизистой кишечника — рост и пролиферацию энтероцитов, крипт, влияет на кровоток в слизистой, и является ос-

СОВРЕМЕННЫЙ ПРОБИОТИК ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ КУР

Йылдырым Елена Александровна, к.б.н.
Бражник Евгений Александрович
Ильина Лариса Александровна
Дубровин Андрей Валерьевич
Филиппова Валентина Анантольевна
Новикова Наталья Ивановна, к.б.н.
Тюрина Дарья Георгиевна, к.экон.н.
Большаков Владислав Николаевич, к.с.-х.н.
Лаптев Георгий Юрьевич, д.б.н.

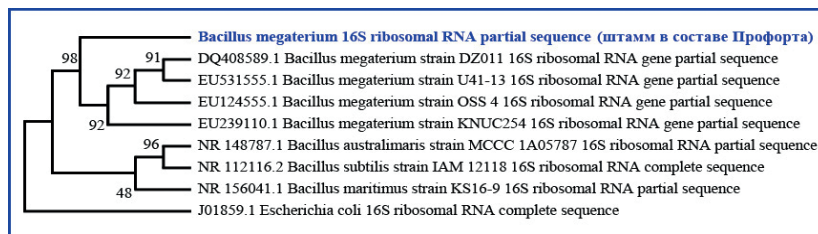


Рис. 1. Филогенетический анализ штамма *B. megaterium*



BACILLUS MEGATERIUM		ENTEROCOCCUS FAECIUM	
1. СИНТЕЗ АМИНОКИСЛОТ глицин серин треонин гистидин фенилаланин	5. СИНТЕЗ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ янтарная фумаровая масляная	1. СИНТЕЗ АМИНОКИСЛОТ: лизин цистеин	метионин аргинин
2. СИНТЕЗ γ -АМИНОМАСЛЯНОЙ КИСЛОТЫ	6. СИНТЕЗ ВИТАМИНОВ рибофлавин фолиевая кислота	2. ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ с антимикробными свойствами	
3. СИНТЕЗ БАКТЕРИОЦИНОВ из группы ансамицинов	7. КОЛОНИЗАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ: био пленки жгутики	3. СИНТЕЗ ВИТАМИНОВ биотин тиамин	
4. СИНТЕЗ АНТИОКСИДАНТОВ глутатион		4. БИОДЕСТРУКЦИЯ КСЕНОБИОТИКОВ	

Рис. 2. Свойства штаммов бактерий *B. megaterium* и *Ent. faecium* в составе пробиотика Профорт

новным энергетическим субстратом для клеток кишечника, обеспечивая до 70% потребности в энергии, а также участвует в регуляции многих метаболических и сигнальных процессов в ЖКТ.

Не менее ценным свойством бактерий в составе Профорта является способность образовывать витамины. Так, например, многие животные и птицы — аукострофы по биотину. Он играет важную роль во многих обменных процессах в организме. При недостатке биотина у цыплят и индюшат возникает депрессия роста, дерматиты на конечностях, в области головы, век, углов клюва, встречаются случаи перозиса.

Кроме того, в составе генома штамма *B. megaterium* обнаружено много генов, связанных с синтезом ансамициновых **бактериоцинов**, которые эффективны против многих грамположительных и грамотрицательных патогенов. Помимо этого, в составе его генома присутствуют гены синтеза **глутатиона** — одного из важнейших компонентов антиоксидантной защиты у птиц, препятствующей повреждению биологических молекул и гибели клеток в результате действия свободных радикалов.

Оказалось, что штамм бактерии *Ent. faecium* обладает крайне высоким потенциалом в **биodeградации токсичных соединений**, что объясняет его активную способность разрушать микотоксины кормов.

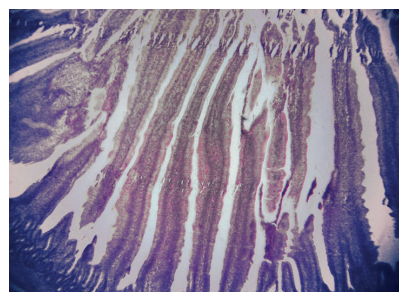
Интересно, что у штамма *B. megaterium* был выявлен целый набор специфических генов, благодаря которым

он способен адаптироваться, выживать и эффективно увеличивать численность в условиях кишечника птиц. Выяснилось, что выстилать и колонизировать поверхность слизистой кишечника штамму позволяет способность формировать био пленки, устойчивые к агрессивным факторам внешней среды. Эта способность определяется выраженными свойствами к адгезии благодаря наличию различных поверхностных структур: жгутиков, пилей и белков наружной мембраны. После завершения адгезии бактерии начинают активно выделять экзополисахариды, заполняющие межклеточное пространство, что обеспечивает устойчивость к действию повреждающих физико-химических факторов.

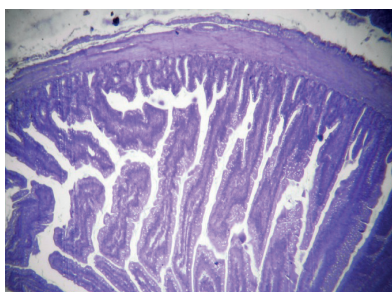
НА СТРАЖЕ АРХИТЕКТУРЫ КИШЕЧНИКА

Внутренняя поверхность кишечника, его слизистая оболочка, не гладкая, это сложный рельеф из выростов (ворсинок) и углублений — крипт. Активность всасывания питательных веществ в желудочно-кишечном тракте животных и птиц возрастает при увеличении размеров ворсинок кишечника. Известно, что нарушения микробиома кишечника птиц запускает серию изменений, ведущих, в том числе, к ухудшению архитектуры кишечника, что проявляется уменьшением длины ворсинок.

При проведении опыта на бройлерах, выявлено, что применение пробиотика Профорт стимулировало рост и регенерацию ворсинок кишечника



Профорт



Контроль

Рис. 3. Ткани двенадцатиперстной кишки кур под микроскопом (Увл. x 10)

в сравнении с контролем без добавок (рис. 3).

Относительная длина ворсинок двенадцатиперстной кишки опытной группы была на 20% выше, чем в контрольной группе у бройлеров 15-суточного возраста и на 26,6% выше, чем у бройлеров 38-суточного возраста (рис. 4).

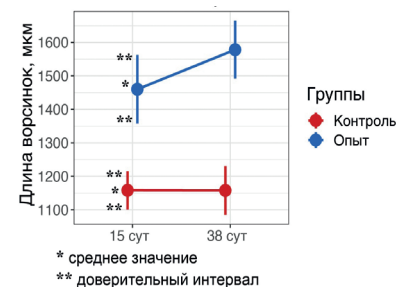


Рис. 4. Средняя длина ворсинок в двенадцатиперстной кишке бройлеров разного возраста

Подобный эффект был связан с возможностью продуцирования штаммами бактерий в составе Профорта органических кислот, прежде всего, масляной. Увеличение площади поверхности кишечника за счет увеличения высоты ворсинок в варианте с применением Профорта ведет к более интенсивному всасыванию питательных веществ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, потребность в коррекции микробиома пищеварительной системы сельскохозяйственных животных и птицы решается с помощью кормовых добавок на основе штаммов пробиотических бактерий, повышающих эффективность усвоения корма и нормализующих состав микрофлоры кишечника. Однако штаммы микроорганизмов, даже родственных, имеют различные метаболические пути, свойства и механизмы действия.

Огромный выбор кормовых добавок отечественного и зарубежного производства, влияющих на микрофлору кишечника птиц, ставит перед специалистом птицефабрик проблему рационального выбора наиболее эффективных кормовых добавок. Данную проблему можно решить только с помощью максимально точных и информативных молекулярно-биологических методов анализа. Как показали результаты таких исследований, по своим характеристикам инновационный пробиотик Профорт отвечает всем современным требованиям. Применение пробиотика Профорт способствует повышению иммунитета, улучшает состояние здоровья, повышает сохранность поголовья и увеличивает продуктивность животных и птиц.

