

ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА

УДК 636.52/.58.087.8

МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРОБИОТИКА «ПРОМОИС»

ОМАР ХУСЕЙН АЛИ

Отдел общественного здравоохранения, ветеринарный факультет, университет Диялы,
г. Баакуба, Ирак, 32001

Поступила в редакцию 10.03.2026

Использование пробиотиков при выращивании цыплят-бройлеров является экономически выгодным в современном птицеводстве, так как позволяет стимулировать развитие птицы, увеличить выход мясной продукции, повысить иммунологическую защиту организма и ускорить формирование функциональных систем, таких как, например, нервная система пищеварительного тракта, которая регулирует и контролирует деятельность алиментарной системы, активизируется трансцеллюлярный и интерстициальный обмен. Под влиянием препарата происходит более активная дифференцировка нейронов мышечно-кишечного сплетения тонкого кишечника, содержание нейробластов у цыплят в 36-дневном возрасте в контроле составляло 67,4 %, в опыте – 53,2 %. Возрастает синтез белка в клетках, о чем свидетельствует плотность расположения рибосом на мембранах эндоплазматической сети, где на 1 $\mu\text{м}^2$ площади мембран в контроле приходится 14,23, в опыте – 23,74 рибосомы, свободных рибосом на 1 $\mu\text{м}^2$ цитоплазмы – 28,06 и 38,72 соответственно. Активность СДГ в нейронах превышает контрольный показатель – на 38,3 %. Установлены количественные различия в выходе съедобных частей, этот показатель превышал контроль – на 14,3 %. Масса несъедобных частей тушек уменьшилась на 50,2 г, что указывает на сокращение отходов при переработке. Соотношение съедобных частей к несъедобным было в контроле – 1,5 в контроле, в опыте – 1,8, отношение мышечной массы к массе костей составило – 2,25 и 2,45 соответственно. Применение пробиотика не только стимулирует рост, но и способствует лучшему развитию мышечной ткани, т.е. повышая «мясистость» туши. Наблюдается активизация транспортных процессов в микрососудах тонкого кишечника, о чем свидетельствуют перестройки в эндотелии. Отмечается расширение гранулярной эндоплазматической сети и перинуклеарного пространства эндотелиоцитов, что сочеталось с увеличением на 25 % пиноцитозных везикул.

Ключевые слова: пробиотик, бройлеры, морфология, гистохимия, пищеварительный тракт, нервная система, микробиота, электронная микроскопия, иммунология.

The use of probiotics in broiler chicken production is cost-effective in modern poultry farming, as it stimulates poultry development, increases meat yield, enhances the body's immune defenses, and accelerates the development of functional systems, such as the gastrointestinal nervous system, which regulates and controls the alimentary system, and activates transcellular and interstitial metabolism. Under the influence of the preparation, more active differentiation of neurons of the myenteric plexus of the small intestine occurs; the content of neuroblasts in 36-day-old chickens was 67.4 % in the control and 53.2 % in the experiment. Protein synthesis in cells increases, as evidenced by the density of ribosomes on the membranes of the endoplasmic reticulum, where per 1 μm^2 of membrane area in the control there are 14.23 ribosomes, in the experiment – 23.74, free ribosomes per 1 μm^2 of cytoplasm – 28.06 and 38.72, respectively. SDH activity in neurons exceeds the control value by 38.3 %. Quantitative differences in the yield of edible parts were established; this indicator exceeded the control by 14.3 %. The weight of inedible parts of the carcasses decreased by 50.2 g, indicating a reduction in waste during processing. The ratio of edible parts to inedible parts was 1.5 in the control and 1.8 in the experimental group. The ratio of muscle mass to bone mass was 2.25 and 2.45, respectively. The use of the probiotic not only stimulates growth but also promotes better muscle tissue development, thereby increasing carcass "meatiness." Activation of transport processes in the microvessels of the small intestine was observed, as evidenced by changes in the endothelium. Expansion of the granular endoplasmic reticulum and the perinuclear space of endothelial cells was noted, accompanied by a 25 % increase in pinocytotic vesicles.

Key words: probiotic, broilers, morphology, histochemistry, digestive tract, nervous system, microbiota, electron microscopy, immunology.

Введение

В научной литературе принято определение пробиотиков, как живой микробной добавки, оказывающей положительное влияние на организм животных путем улучшения его микробного баланса в пищеварительном тракте. Как отмечает Б. В. Тараканов [3], в результате взаимодействия пробиотика с микробиотой кишечника и макроорганизмом животного образуются антибактериальные вещества, происходит конкуренция за питательные вещества, участки адгезии и стимуляция иммунной систе-

мы. Именно, лактобактерии образуют уксусную, муравьиную и молочную кислоты, которые обладают ингибирующими свойствами.

Высокие показатели продуктивности, репродуктивности и быстрое обновление современных пород птиц сопровождаются снижением естественной иммунной защиты и увеличению стресс-факторов. Во многом, это связано с эндогенными факторами, влияющих на защитные функции организма, так как плотное содержание птиц на ограниченных территориях, ухудшающаяся экологическая ситуация, использование антибиотиков, антимикробных средств и проведение ветеринарно-санитарных мероприятий [5, 7, 8]. Продуктивные кроссы птицы с интенсивным обменом веществ подвержены стрессам, включая современных бройлеров, которые показывают высокий рост на протяжении первых 6–7 недель жизни. В современной птицеводческой отрасли наблюдается рост применения пробиотиков.

Использование пробиотиков в птицеводстве, несомненно, является перспективным направлением, так как позволяет ликвидировать дисбактериозы, регулировать микробиологические процессы и предотвращать расстройства желудочно-кишечного тракта. Кроме того, пробиотики способствуют ускорению роста, снижению уровня отходов среди молодняка и стимулированию общего роста и развития птицы [6]. Эффективность пробиотиков зависит от их состава и технологии получения штаммов. Микроорганизмы, содержащиеся в пробиотиках, воздействуют на организм в целом, активируя регуляторные механизмы и повышая устойчивость молодняка к инфекционным и инвазионным заболеваниям. С учетом механизма действия пробиотиков можно выделить следующие направления применения данных препаратов: повышение сохранности, увеличение прироста массы, улучшение конверсии корма, нормализация микробиоты, стимуляция обменных и иммунных процессов, быстрое развитие адаптации пищеварительной системы к смене корма и повышение биологической ценности птицеводческой продукции [1].

В задачу исследований входило выяснение характера и динамики изменения продуктивных показателей и морфологических изменений в алиментарной системе цыплят-бройлеров при использовании пробиотика «Промоис».

Основная часть

Исследование проводилось в рамках проекта в районе Баладруз провинции Дияла, расположенной в центральном Ираке. Работа осуществлялась в соответствии с планом исследований, разработанным птицеводческой компанией, в рамках совместной инициативы исследователей и птицеводческой компании. Для выполнения эксперимента было сформировано две группы пар-аналогов цыплят-бройлеров породы «Росс 308» – контрольная и опытная по 100 голов в каждой. Пробиотик «Промоис» – многокомпонентный препарат содержит КОЕ в г: *Bifidobacterium bifidum* – $1,0 \times 10^{20}$, *Lactobacillus acidophilus* – $1,0 \times 10^{10}$, *Lactobacillus casei* – $1,0 \times 10^{10}$, *Bacillus subtilis* – $1,0 \times 10^{10}$, *Bifidobacterium faecium* – $1,0 \times 10^4$, *Streptococcus thermophilus* – $1,0 \times 10^4$, дрожжи – $1,0 \times 10^2$. Пробиотик использовался в дозе 1,0 г/кг массы тела в течение первых 8 дней после вылупления цыплят.

При проведении эксперимента были учтены следующие параметры: сохранность птицы; смертность фиксировалась ежедневно; живая масса определялась с помощью индивидуального взвешивания на суточном и еженедельном этапах; прирост живой массы вычислялся на основе живой массы за разные периоды роста, с помощью определения абсолютного и относительного приростов; анатомическая разделка проводилась с учетом массы потрошенных тушек и соотношения съедобных и несъедобных частей; развитие органов иммунной системы (тимус и фабрициева бурса) в зависимости от возраста.

Для оценки обмена веществ применяли гистохимические методы. Дегидрогеназы – ферменты, катализирующие окисление веществ путем отщепления атомов водорода или электронов от органических субстратов и перенесение их на другие вещества. Сукцинатдегидрогеназа (СДГ, КФ 1.3.99.1) – фермент, локализованный на внутренних мембранах митохондрий и прочно связанный с мембранами последних. СДГ служит показателем аэробного метаболизма клеток и утилизации продуктов обмена веществ. Определение активности фермента проводили по методу Нахласа (М. М. Nachlas et al., 1957) в нейронах мышечно-кишечного сплетения тонкого кишечника с применением сканирующего микроскопа-фотометра MPV-2 «Leitz» (Германия) и выражали в относительных единицах оптической плотности (отн. ед. опт. пл.). В качестве донатора водорода использовали нитросиний тетразолий. Время инкубации гистосрезов составляло 1,5–2 часа.

Светооптически и электронно-микроскопически исследовалась также нервная система тонкого кишечника цыплят. Срезы готовили на ультрамикротоме ЛКБ (Швеция), контрастировали цитратом свинца и просматривали под электронным микроскопом JEM-100CX «JEOL» (Япония). В результате

проведенных исследований было выявлено положительное влияние препарата на скорость роста цыплят-бройлеров. На восьмой день постнатального развития масса тела цыплят в экспериментальной группе превышала контроль на 7,28 % ($P<0,05$). Впервые установлена особенность в том, что наибольшая реакция цыплят на введение препарата была констатирована с 23 по 29 день, эта разница составляла – 10,33 % ($P<0,05$). Этот факт показывает, что данный период является определяющим в оценке эффективности пробиотика. В итоге масса тела цыплят за 36-дневный период эксперимента превышала контрольные показатели – на 5,81 % ($P<0,05$). Сохранность цыплят-бройлеров за период эксперимента в контроле была 90,2 %, в опыте – 97 %.

Под воздействием пробиотического средства были зафиксированы положительные изменения в мясной продуктивности цыплят-бройлеров (табл. 1). Из анализа табл. 1 видно, что предубойная масса тушек превышала контроль на 5,3 % ($P<0,01$), масса потрошеной тушки – на 15,5 % ($P<0,01$), в весе-вом выражении было больше – на 207,8 г, убойного выход был выше – на 8,9 % п.п.

Таблица 1. Анатомический состав тушек

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Предубойная масса, г	1909,7±10,2	2020,4±12,1**
Масса потрошеной тушки, г	1337,7±11,4	1545,5±12,3**
Убойный выход, %	72,0	78,4
в т.ч. мышц, всего, г	848,5±18,6	952,7±21,7*
Съедобные части, г	1145,6±10,4	1309,2±12,6**
Несъедобные части, г	764,3±3,8**	714,1±3,5
в т.ч. кости, г	375,5±2,1	388,7±2,9 ^{н/д}
Отношение съедобной части к несъедобной части	1,5	1,8
Отношение масса мышц к массе костей	2,25	2,45

* $P<0,05$; ** $P<0,01$; н/д – недостаточно.

Количественные различия были в выходе съедобных частей, этот показатель превышал контроль – на 14,3 % ($P<0,01$). Масса несъедобных частей уменьшилась на 50,2 г, что указывает на сокращение отходов при переработке. Соотношение съедобных частей к несъедобным увеличилось с 1,5 в контроле, в опыте – до 1,8, а соотношение мышечной массы к массе костей составило – 2,25 и 2,45 соответственно. Это доказывает, что применение пробиотика не только стимулирует рост, но и способствует лучшему развитию мышечной ткани, т. е. повышает «мясисость» туши.

Проведено исследование степени развития основных иммунных органов птиц – тимуса и фабрициевой бursy (табл. 2). Из табл. 2 видно, что в 8-дневном возрасте масса тимуса превышала контроль на 7,3 % ($P<0,05$), в 23-дневном возрасте – на 7,1 % ($P<0,05$). Аналогичная динамика характерна для фабрициевой бursy, где в 8-дневном возрасте весовые показатели выше контрольных данных – на 44,6 % ($P<0,01$), в 23-дневном возрасте – на 40,1 % ($P<0,05$).

Таблица 2. Весовые показатели органов цыплят-бройлеров

Показатель	Группа			
	контрольная		опытная	
	абсолютная масса, г	%	абсолютная масса, г	%
Возраст 8 дней				
Живая масса цыпленка	206,4±2,3	–	221,8±1,4*	107,5
Тимус	0,508±0,01	0,389	0,545±0,02*	0,378
Фабрициева бурса	0,251±0,009	0,182	0,363±0,01**	0,255
Возраст 23 дня				
Живая масса цыпленка	987,6±4,2	–	1028,3±3,8*	104,1
Тимус	2,66±0,08	0,460	2,85±0,09*	0,480
Фабрициева бурса	0,704±0,04	0,140	0,986±0,08*	0,160

* $P<0,05$; ** $P<0,01$.

В настоящее время морфология кишечника формируется в дополнительную специальность – биологию желудочно-кишечного тракта. Исходя из этих положений, нами впервые проведен морфологический и ультраструктурный анализ развития нервной системы (интрамуральной, энтеральной, метасимпатической) тонкого кишечника цыплят в процессе использования пробиотика.

Одной из важных свойств данной системы является высокая пластичность и адаптации к экзо- и эндогенным факторам. Под влиянием препарата происходит более активная дифференцировка нейронов мышечно-кишечного сплетения тонкого кишечника, содержание нейробластов у цыплят в 36-дневном возрасте в контроле составляло 67,4 %, в опыте – 53,2 %. Формируются более крупные нервные сплетения с хорошо развитыми отростками и более плотным расположением клеток в ганглии. Возрастает синтез белка в клетках, о чем свидетельствует плотность расположения рибосом на

мембранах эндоплазматической сети, где на 1 мкм² площади мембран в контроле приходится 14,23±1,17, в опыте – 23,74±1,44 рибосомы (P<0,05), а свободных рибосом на 1 мкм² цитоплазмы – 28,06±2,63 и 38,72±2,32 (P<0,05) соответственно.

Цитофотометрический анализ показал, что активность СДГ в нейронах в контроле составляла 0,47±0,02 отн. ед. опт. пл., в опыте – 0,65±0,03 отн. ед. опт. пл., что выше – на 38,3 % (P<0,05). Осадок диформазана крупно-гранулярный, равномерно рассредоточен по цитоплазме клеток, в отдельных зонах цитоплазмы продукт реакции очень плотный и интенсивно окрашен. Таким образом, активность СДГ является индикатором метаболизма клетки, утилизации энергии при биологическом окислении.

По данным электронной микроскопии установлена активизация транспортных процессов в микрососудах тонкого кишечника, о чем свидетельствуют перестройки в эндотелии. Отмечается расширение гранулярной эндоплазматической сети и перинуклеарного пространства эндотелиоцитов, что сочеталось с увеличением на 25 % (P<0,05) секреторных везикул, которые поступают в интерстициальное пространство.

Мы считаем, что повышение проницаемости капилляров происходит за счет активизации скорости эндотелиального транспорта и увеличения перичеселлюлярной активности. Крупные активированные комплексы Гольджи нейронов, которые окружены секреторными гранулами, развитой гранулярной эндоплазматической сетью и концентрацией митохондрий формируют мощный синтетический аппарат.

Макрофагами выполняют различные функции в организме животных и птицы. Одной из функций из таких является поглощение патологически измененных клеток и в состоянии апоптоза. Анализ проведен на примере слепых кишок (*intestinum cecum*) цыплят. Плазмоциты достаточно легко различаются, т.к. имеют эксцентрично расположенное ядро и сильно базофильную цитоплазму. Морфологической особенностью высокодифференцированных плазмоцитов является форма ядра, напоминающая круг, на кариолемме в большинстве случаев конденсируется хроматин. В процессе апоптоза и при старении плазмоцитов в цитоплазме появляются ацидофильные зерна «гранулы Рассела». Количество плазмоцитов отражает интенсивность иммунных реакций. В этой связи определено среднее число плазмоцитов и макрофагов в собственной пластинке слизистой оболочки слепых кишок цыплят. Отмечено, что среднее содержание макрофагов в контрольной группе в одном поле зрения микроскопа достигало 33,16±2,09–40,78±3,17 клеток, (в среднем – 36,97±2,63 клеток), в опытной группе – 44,42±2,35–54,14±3,19 клеток, (в среднем – 49,28±2,77 клеток), что выше контроля – на 10,94 % (P<0,05). Количество плазмоцитов в собственной пластинке слизистой оболочки слепых кишок в контроле составляло – 33,41±2,33–57,17±3,12 клеток, (в среднем – 45,29±2,73 клеток), в опытной группе цыплят – 55,81±3,27–67,24±3,93 клеток, (в среднем – 61,53±3,60 клеток), что больше по сравнению с контролем – на 35,86 % (P<0,05).

Функционирование клеток в норме и при различном физиологическом состоянии организма животных и птицы невозможно без важных структурных образований – клеточных контактов. В результате проведенного эксперимента было установлено, что около 75–85 % лимфоцитов, содержащихся в слизистой оболочке тонкого кишечника цыплят, находятся в состоянии активации. По данным электронной микроскопии, как свидетельствуют наши исследования, у лимфоцитов, находящихся в стадии активации наблюдается уменьшение ядерно-цитоплазматических отношений, в цитоплазме возрастает на 12,63–17,38 % количество свободных рибосом. У митохондрий хорошо развиты кристы, мембраны гранулярной эндоплазматической сети плотно покрыты рибосомами. Меняется конфигурация ядра, оно приобретает бобовидную форму, хроматин рассредоточен неравномерно. В области инвагинаций кариолеммы часто локализуются аппарат Гольджи и центриоли.

В процессе ультраструктурного анализа выявлены многочисленные межклеточные коммуникации (контакты) лимфоцитов с клетками различных категорий – макрофагами, эритроцитами, фиброцитами, фибробластами. Преимущественно межклеточные контакты наблюдаются в виде десмосом, щелевых соединений и плотных контактов. Для лимфоцитов, находящихся в состоянии высокой функциональной активности, характерно содержание большого количества свободных рибосом, объем цитоплазмы увеличен, митохондрии перемещаются в ядерную зону, иногда вплотную контактируют с кариолеммой.

Одновременно с высокодифференцированными лимфоцитами встречаются малодифференцированные клетки. С морфологической точки зрения, для подобных клеток свойственно наличие ядра округлой формы и узкий ободок цитоплазмы. Оценка степени дифференцировки клеток базировалась

на таких показателях, как число свободных и фиксированных рибосом на канальцах эндоплазматической сети, количество митохондрий, первичных и вторичных лизосом.

Плазматическая мембрана энтероцитов ровная или с небольшими немногочисленными выростами. Поверхность клетки покрыта гликокаликсом, играющим важную роль в функции плазматической мембраны. Гликокаликс чаще имеет хлопьевидно-фибриллярную структуру и неравномерную толщину. На слизистой оболочке кишечника бациллы – компоненты пробиотика «Промоис» образуют защитную биопленку на ряду с гликокаликсным слоем.

Наряду с «классическим пищеварением» макроорганизму также присущ еще один тип усвоения питательных веществ – микробное пищеварение. Микробиота кишечника обеспечивает, в том числе, энергообеспечивающую функцию, принимает участие в построении молекулярных структур, доставке информационных молекул.

Заключение

Анализируя полученные данные, можно констатировать, что под воздействием пробиотика «Промоис» активизируются метаболические процессы. Исходя из вышеизложенных результатов, мы считаем, что введение с кормом пробиотика в пищеварительный тракт цыплят позволяет изменять функционирование иммунной системы, а именно, усиление иммунного ответа со стороны лимфоцитов, плазмоцитов, которые локализуются в стенках тонкого кишечника и лимфоидных образованиях. Микробиота пробиотика «Промоис» – бифидо- и лактобактерии проявляют антагонизм в отношении *E. coli* и других групп кишечной палочки, что позволяет сформировать оптимальный уровень полезной микробиоты и тем самым профилактировать желудочно-кишечные заболевания и повысить экономические показатели птицеводческой отрасли.

Таким образом, индигенная микробиота, обладая способностью синтезировать ферменты, стимулировать гидролиз липидов, белков, углеводов, тем самым обеспечивает макроорганизм энергетическими и пластическими веществами [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Егоров, И. А. Современные подходы к кормлению птицы / И. А. Егоров // Птицеводство. – 2014. – № 4. – С. 11–16.
2. Садов, Н. А. Повышения продуктивности и естественной резистентности птицы при использовании биоантиоксидантов: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 16.00.06 / Н. А. Садов; РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышеселеского». – Минск, 2004. – 40 с.
3. Тараканов, Б. В. Механизм действия пробиотиков на микрофлору пищеварительного тракта и организм животного / Б. В. Тараканов // Ветеринария. – 2000. – № 1. – С. 47–54.
4. Хавкин, А. И. Нарушения микроэкологии кишечника. Принципы коррекции / А. И. Хавкин. – М., 2004. – 40 с.
5. Caldwell, D. Y. A quick and cost-effective test for identifying antimicrobial residues in chicken egg yolks and neonatal yolk sacs / D. Y. Caldwell // J. Agricult., Food Chemistry. – 2000. – Vol. 48, N 12. – P. 6431–6434.
6. Ball, H. R. Acylation processes in egg white proteins using acetic anhydride and succinic anhydride / H. R. Ball // Sci. Poultry. – 1982. – Vol. 61. – P. 1041–1046.
7. Green, A. A. Probiotics and their impact on poultry product quality / A. A. Green, D. W. B. Sainbury // XV European Symposium on Poultry Meal Quality, Kusadasi. – Turkey. – 2001. – P. 245–251.
8. Muzaffer, D. The influence of dietary probiotics, organic acids, and antibiotics on growth and meat yield / D. Muzaffer, F. Okan, K. Celik // Pakistan J. Nutr. – 2003. – Vol. 2, N 2. – P. 89–91.