

ВЛИЯНИЕ МЕТАБОЛИТОВ *BACILLUS SUBTILIS* НА МИКРОБИОМ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

А. П. ДУКТОВ

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

А. А. БАХАРЕВ, О. В. КОВАЛЕВА

*ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья,
г. Тюмень, РФ, 625003*

(Поступила в редакцию 11.03.2024)

*В статье приведены результаты изучения микробиома кишечника цыплят-бройлеров при введении в рацион метаболитов *Bacillus subtilis* в виде пробиотического препарата «Бацинил».*

*Представители рода *Bacillus* в норме не колонизируют кишечный тракт животных и не являются его обитателями, тем не менее существует более двух десятков пробиотических препаратов, полученных на основе таких видов, как *coagulans*, *subtilis*, *clausii*, *cereus*, *toyoi*, *lichemiformis*, и др.*

*Протеолитические, пектинолитические, липолитические и целлюлолитические способности бактерий рода *Bacillus*, затрагивая процессы пищеварения, могут приводить к нормализации внутренних процессов и функций макроорганизма – разрушать тромбы и гепарин, токсические продукты и аллергены, уменьшать образование холестериновых мицелл.*

Установлено, что препарат проявляет антагонистическую активность в отношении условно-патогенной микробиоты, угнетает ее рост, способствует нормализации физиологической среды в кишечнике.

Препарат на основе метаболитов бацилл «Бацинил» показал свое положительное действие на микробиом кишечника цыплят-бройлеров. Он может применяться с профилактической и лечебной целью, проявляет антагонистическую активность в отношении условно-патогенной микробиоты, угнетает ее рост, способствуют нормализации физиологической среды в кишечнике, необходимой для существования нормального состава микробиоты.

Ключевые слова: *метаболиты, пробиотик, микробиом, микробиота, цыплята-бройлеры.*

*The article presents the results of studying the intestinal microbiome of broiler chickens when *Bacillus subtilis* metabolites were introduced into the diet in the form of the probiotic drug “Bacinil”.*

*Representatives of the genus *Bacillus* do not normally colonize the intestinal tract of animals and are not its inhabitants; however, there are more than two dozen probiotic preparations based on species such as *coagulans*, *subtilis*, *clausii*, *cereus*, *toyoi*, *lichemiformis*, etc.*

Proteolytic, pectinolytic, lipolytic and cellulolytic abilities of bacteria of the genus Bacillus, affecting digestive processes, can lead to the normalization of internal processes and functions of the macroorganism – destroy blood clots and heparin, toxic products and allergens, reduce the formation of cholesterol micelles.

It has been established that the drug exhibits antagonistic activity against opportunistic microbiota, inhibits its growth, and helps normalize the physiological environment in the intestine.

The drug “Bacilil” based on metabolites of bacilli showed a positive effect on the intestinal microbiome of broiler chickens. It can be used for preventive and therapeutic purposes; it exhibits antagonistic activity against opportunistic microbiota, inhibits its growth, and contributes to the normalization of the physiological environment in the intestine, necessary for the existence of a normal microbiota composition.

Key words: *metabolites, probiotic, microbiome, microbiota, broiler chickens.*

Введение. Пищеварительный тракт у вылупившегося цыпленка стерилен. В первые часы жизни его кишечник заселяют микробы, различных видов и в определенном соотношении, которые находятся на скорлупе яиц и в воздухе инкубационного шкафа, – в первую очередь кишечная палочка. Микробиологическая система птицы формируется в результате взаимодействия организма с внешней средой. В процессе развития макроорганизма видовой состав микробиоты и его соотношения меняются. Микробный пейзаж зависит от микробиоты корма и его химического состава. При углеводистых кормах увеличивается количество кислотообразующих сахаролитических бактерий, что весьма полезно для организма.

Полезные микроорганизмы, локализованные в пищеварительном тракте, участвуют в пищеварении, образуют ферменты, витамины, антибиотические вещества, дополняют функцию желез и тканей организма, выполняют исключительную роль в образовании ряда биологически активных веществ, служат источником биологически активных веществ и полноценного белка, содержащего все незаменимые аминокислоты [1, 2].

В условиях промышленного птицеводства и неблагоприятной экологической обстановки желудочно-кишечные заболевания птицы занимают второе место после вирусных и являются основной причиной гибели молодняка птиц.

Нарушения микроэкологии в кишечнике птицы выражаются в увеличении численности представителей условно-патогенной микробиоты при одновременной элиминации лакто- и бифидобактерий. Попытки решить проблему желудочно-кишечных заболеваний, вызываемых условно-патогенными кишечными микроорганизмами, не только не разрешили ее, но и усугубили, усилив

роль антибактериальной терапии. Так нашли широкое применение антибиотики [3, 4].

Многие исследователи считают, что быстрое и значительное снижение количества нормальной микробиоты кишечника и естественной резистентности организма имеет взаимосвязь и происходит при применении антибактериальных препаратов в завышенных дозах. Обще-признано, что микробиом является важным фактором естественной резистентности макроорганизма. Исследования ученых показали, что негативно на формирование микробного пейзажа влияет антибиотикотерапия, даже в терапевтических дозах [1, 5, 6].

На коррекцию кишечного микробиоценоза, поддержание в кишечнике оптимальных условий, для развития нормальной микробиоты и подавления патогенной, изучено применение подкислителей (органические кислоты и, в первую очередь, молочная кислота) [7, 8].

Микробиом желудочно-кишечного тракта птицы представлена следующими основными видами микроорганизмов:

Бифидобактерии являются наиболее значительными представителями бактерий в кишечнике животных. Большая часть бифидобактерий располагается в толстой кишке, являясь ее основной пристеночной и полостной микрофлорой. Бифидобактерии присутствуют в кишечнике на протяжении всей жизни животных и составляют от 90 до 98 % всех микроорганизмов, находясь в наибольшем количестве у молодняка, особенно на естественном вскармливании. Биологическое значение бифидобактерий состоит в синтезе аминокислот, белков, ряда витаминов, которые всасываются в кишечнике и используются в метаболических процессах.

Лактобактерии заселяют различные отделы пищеварительного тракта, включая ротовую полость и прямую кишку. Лактобактерии в процессе жизнедеятельности вступают во взаимодействие с другими микроорганизмами, в результате чего подавляются гнилостные и гнойные условно-патогенные микробы, прежде всего протеи, а также возбудители острых кишечных инфекций. В процессе нормального метаболизма лактобактерии продуцируют молочную кислоту, перекись водорода, лизоцим и другие соединения, обладающие антибиотической активностью. Лактобациллам отводится иммуномодулирующая роль, включая стимуляцию фагоцитоза, синтеза иммуноглобулинов, образования интерферона, интерлейкина-1. Они являются основным звеном формирования колонизационной резистентности.

Пропионобактерии – анаэробные бактерии, составляющие группу

нормальных кислотообразующих микроорганизмов, которые вырабатывают органические кислоты и снижают pH среды, что антагонистически действует в отношении патогенных и условно-патогенных бактерий.

Эшерихии – бактерии группы кишечной палочки. Они появляются в кишечнике животных в первые дни после рождения и сохраняются на протяжении всей жизни. Основные функции эшерихий – это гидролиз лактозы, участие в синтезе витаминов, выработка колицинов – антибиотикоподобных веществ, тормозящих рост энтеропатогенных кишечных палочек. Эшерихии оказывают мощное иммуномоделирующее действие, способствуют активации системного гуморального и местного иммунитета. В норме эшерихии обитают в толстой кишке и дистальных отделах тонкой кишки. Обнаружение эшерихий или других энтеробактерий в ротовой полости, желудке, двенадцатиперстной кишке, желчи свидетельствует о нарушении эубиотического состояния.

Пептострептококки – неферментирующие анаэробные стрептококки, которые в процессе жизнедеятельности образуют водород, превращающийся в просвете кишечника в перекись водорода, что способствует поддержанию pH на уровне 5,5 и ниже. Участвуют в протеолизе молочных белков, ферментации углеводов. Обитают в толстой кишке.

Энтерококки – кишечные стрептококки, в норме не должны превышать общее количество кишечных палочек. При снижении иммунной реактивности энтерококки являются возбудителями инфекций толстой кишки и других органов.

Бактероиды – анаэробные неспорообразующие микроорганизмы, обитающие в толстой кишке, участвуют в процессах пищеварения, деконъюгируют желчные кислоты, участвуют в процессах липидного обмена.

Пептококки – анаэробные кокки кишечного содержимого, метаболизирующие пептон и аминокислоты с образованием жирных кислот.

Транзитная микробиота животных может быть представлена бактериями, в основном клостридиями, стафилококками, дрожжами и дрожжеподобными грибами [6, 9].

Нарушение нормального состава полезной микробиоты связывают с применением антибиотиков и других химических препаратов; неблагоприятными факторами внешней среды; повышенной микробной загрязненностью воздуха животноводческих помещений; поступлением повышенного количества радионуклидов; погрешностями в кормлении, которые обуславливают развитие дисбактериозов; вакцинацией живыми вакцинами; нарушением

механизмов иммунологического гомеостаза, иммунной толерантности и развитием аутоиммунных реакций [3, 4, 6].

В течение двух последних десятилетий в мире возрос интерес к применению препаратов, содержащих естественную микробиоту желудочно-кишечного тракта, – пробиотических препаратов. Пробиотики находят все более широкое применение в странах с развитым животноводством и птицеводством.

Пробиотики – это живые микроорганизмы или продукты их жизнедеятельности, которые, попадая в определенных количествах в желудочно-кишечный тракт при приеме корма, оказывают благотворное влияние на здоровье животных: проявляют антагонистическую активность в отношении условно-патогенной микробиоты, угнетают ее рост и снижают вирулентность, улучшают пищеварение, устраняют антибиотиковые дисбактериозы, нормализуют состав микробиома желудочно-кишечного тракта, стимулируют иммунитет, повышают общую резистентность организма [4].

В настоящее время перспективным приемом для предотвращения бактериальных заболеваний является применение метаболитов некоторых микроорганизмов. Это экологически безвредные и безопасные препараты не влияют на качество продукции, обладают высокой лечебной и профилактической эффективностью [4, 6].

Некоторые представители обширной группы спорообразующих бактерий – *Bacillus*, *Brevibacillus*, *Clostridium*, *Sporolactobacillus* своим присутствием способны предотвращать кишечные расстройства. Но спорообразующие бактерии в качестве пробиотиков применяются все же реже и с большими ограничениями, чем лакто- и бифидобактерии.

Способность спорообразующих бактерий оказывать пробиотическое действие привела к разработкам на их основе препаратов, отнесенных к поколению «самоэлиминирующихся антагонистов».

Несмотря на то, что представители *Bacillus* в норме не колонизируют кишечный тракт животных и не являются его обитателями, тем не менее существует более двух десятков пробиотических препаратов, полученных на их основе.

В исследованиях по выяснению пользы пробиотиков для животных встречается информация, в которой говорится, что спорообразующие бактерии применяются как кормовая добавка.

Пробиотик «Бацинил» представляет собой стерильный фильтрат внеклеточных продуктов обмена веществ *Bacillus subtilis*. Фармакологические свойства препарата определяют находящиеся в нем продукты

обмена веществ смешанной культуры бацилл. Препарат обладает антагонистической активностью в отношении широкого спектра патогенных и условно-патогенных микробов.

Цель работы – изучить влияние пробиотического препарата на основе метаболитов бацилл на микробиоценоз желудочно-кишечного тракта цыплят-бройлеров.

Основная часть. Объектом исследований являются цыплята-бройлеры кросса «Kobb-500». Предмет исследования – пробиотический препарат на основе метаболитов бацилл «Бацинил». Кормление цыплят-бройлеров осуществляется комбикормами: ПК-5Б и ПК-6Б.

Пробиотический препарат вводился цыплятам-бройлерам вместе с водой – ОР + 0,2 мл/гол. в течение 5 дней с интервалом 7 дней; ОР + 0,3 мл/гол. в течение 3 дней с интервалом 7 дней и ОР + 0,4 мл/гол. в течение 3 дней с интервалом 7 дней.

Результаты исследований микробиоценоза кишечника цыплят-бройлеров при введении в рацион препарата на основе метаболитов бацилл представлены в табл. 1–3.

Таблица 1. Динамика содержания лакто- и бифидобактерий у цыплят-бройлеров при введении в рацион пробиотика «Бацинил», КОЕ

Возраст	Контрольная группа	Опытная группа 1	Опытная группа 2	Опытная группа 3
1 сутки	$2,43 \times 10^8 \pm 0,3 \times 10^8$	$2,43 \times 10^8 \pm 0,3 \times 10^8$	$2,43 \times 10^8 \pm 0,3 \times 10^8$	$2,43 \times 10^8 \pm 0,3 \times 10^8$
20 сутки	$3,46 \times 10^8 \pm 0,4 \times 10^8$	$8,82 \times 10^9 \pm 0,3 \times 10^9$	$4,42 \times 10^9 \pm 0,2 \times 10^9$	$5,08 \times 10^9 \pm 0,2 \times 10^9$
30 сутки	$5,5 \times 10^8 \pm 1,1 \times 10^8$	$6,41 \times 10^9 \pm 1,1 \times 10^9$	$4,42 \times 10^9 \pm 1,2 \times 10^9$	$4,8 \times 10^9 \pm 0,3 \times 10^9$
40 сутки	$2,51 \times 10^9 \pm 0,5 \times 10^9$	$2,46 \times 10^{10} \pm 0,1 \times 10^{10}$	$5,2 \times 10^9 \pm 0,5 \times 10^9$	$8,84 \times 10^9 \pm 0,6 \times 10^9$

Результаты проведенного анализа свидетельствуют о том, что изучаемый препарат – пробиотик «Бацинил» оказывает существенное влияние на содержание лакто- и бифидобактерий. У цыплят контрольной группы, которые получали только полнорационный комбикорм, соответствующего возраста до 30 дня отмечалось увеличение содержания лакто- и бифидобактерий – от $2,43 \times 10^8$ до $5,5 \times 10^8$, а к 40-му дню – еще более существенное увеличение до $2,51 \times 10^9$ микроорганизмов в 1 г фекалий.

У птицы всех опытных групп, получавших препарат, был отмечен рост лакто- и бифидобактерий, но наибольший рост был отмечен у цыплят опытной группы 1, получавшей дозировку 0,2 мл/гол. в течение 5 дней с интервалом 7 дней. Таким образом, количество лакто- и

бифидобактерий повысилось с $2,43 \times 10^8$ до $2,46 \times 10^{10}$, микробных тел за период выращивания птицы

Таблица 2. Динамика содержания аэробных микроорганизмов у цыплят-бройлеров при введении в рацион пробиотика «Бацинил», КОЕ

Возраст	Контрольная группа	Опытная группа 1	Опытная группа 2	Опытная группа 3
1 сутки	$2,54 \times 10^9 \pm 0,7 \times 10^9$	$2,54 \times 10^9 \pm 0,7 \times 10^9$	$2,54 \times 10^9 \pm 0,7 \times 10^9$	$2,54 \times 10^9 \pm 0,7 \times 10^9$
20 сутки	$22,1 \times 10^9 \pm 0,7 \times 10^9$	$4,34 \times 10^9 \pm 2,4 \times 10^9$	$8,16 \times 10^9 \pm 4,4 \times 10^9$	$3,93 \times 10^9 \pm 0,9 \times 10^9$
30 сутки	$23,1 \times 10^8 \pm 3,7 \times 10^8$	$9,5 \times 10^8 \pm 1,5 \times 10^8$	$13,4 \times 10^8 \pm 2,3 \times 10^8$	$11,3 \times 10^8 \pm 2,2 \times 10^8$
40 сутки	$17,8 \times 10^9 \pm 10,3 \times 10^9$	$5,62 \times 10^8 \pm 0,9 \times 10^8$	$8,1 \times 10^8 \pm 0,9 \times 10^8$	$6,29 \times 10^8 \pm 2,6 \times 10^8$

Применение пробиотика «Бацинил» препятствовало увеличению количества аэробных микроорганизмов. В опытных группах количество было на порядок ниже, чем у цыплят контрольной группы. Так, концентрация аэробов снижалась у птицы всех опытных групп. Больше угнетение аэробных бактерий было отмечено в опытной группе 1 до $5,62 \times 10^8$ микроорганизмов в 1 г фекалий по отношению к цыплятам контрольной группы. Не значительно отстают в показателях 2-я и 3-я опытные группы от 1-й опытной группы.

Таблица 3. Динамика содержания бактерий кишечно-паратифозной группы у бройлеров при введении в рацион пробиотика «Бацинил», КОЕ

Возраст	Контрольная группа	Опытная группа 1	Опытная группа 2	Опытная группа 3
1 сутки	$2,63 \times 10^7 \pm 0,9 \times 10^7$	$2,63 \times 10^7 \pm 0,9 \times 10^7$	$2,63 \times 10^7 \pm 0,9 \times 10^7$	$2,63 \times 10^7 \pm 0,9 \times 10^7$
20 сутки	$14,31 \times 10^7 \pm 0,7 \times 10^7$	$7,8 \times 10^7 \pm 0,5 \times 10^7$	$12,6 \times 10^7 \pm 0,4 \times 10^7$	$4,31 \times 10^7 \pm 0,2 \times 10^7$
30 сутки	$21,4 \times 10^7 \pm 0,7 \times 10^7$	$3,8 \times 10^6 \pm 0,7 \times 10^6$	$7,61 \times 10^7 \pm 0,4 \times 10^7$	$5,2 \times 10^7 \pm 3,1 \times 10^7$
40 сутки	$17,8 \times 10^7 \pm 0,5 \times 10^7$	$3,34 \times 10^6 \pm 0,5 \times 10^6$	$7,62 \times 10^7 \pm 0,2 \times 10^7$	$10,3 \times 10^6 \pm 0,3 \times 10^6$

У цыплят контрольной группы до 30 дня отмечалось увеличение бактерий кишечно-паратифозной группы – с $2,63 \times 10^7$ до $21,4 \times 10^7$ и к 40-му дню незначительное снижение до $17,8 \times 10^7$ микроорганизмов в 1 г фекалий.

В то же время у опытных цыплят, получавших пробиотический препарат, отмечено снижение этих бактерий. Так, у цыплят первой опытной группы количество бактерий кишечно-паратифозной группы в желудочно-кишечном тракте снижалось увеличивалось к 20 дню с $2,63 \times 10^7$ до $7,8 \times 10^7$, а до 40-го дня снижалось до $3,34 \times 10^6$ микроорганизмов в 1 г фекалий. В первой опытной группе проявилось наибольшее

шая степень подавления бактерий кишечно-паратифозной группы по сравнению с контрольно птицей.

Заключение. Пробиотический препарат на основе метаболитов бацилл «Бацинил» показал свое положительное действие на микробиоценоз кишечника цыплят-бройлеров. Он может применяться с профилактической и лечебной целью, проявляет антагонистическую активность в отношении условно-патогенной микробиоты, угнетает ее рост, способствует нормализации физиологической среды в кишечнике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Про- и пребиотики в повышении резистентности, стимуляции роста и профилактике болезней молодняка: ученые записки: сб. науч. статей. / УО ВГАВМ: А. И. Ятусевич (гл. ред.) и др. – Витебск, 2008. – Т. 44, вып. 2, ч. 2. – С. 87–89.
2. Влияние совместного применения биополимера и пробиотика на сохранность, продуктивность и качество продукции цыплят-бройлеров / Красочко П. А. и др.; Витебск, 2011 // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины: науч.-практ. журн. – Т. 47. Вып. 2, ч. 2. – С. 288–290.
3. Состояние микрофлоры пищеварительного тракта цыплят-бройлеров при использовании биодобавки «Хитозан» / А. П. Дуктов и др. // Инновационные технологии в животноводстве: сб. мат. межд. науч.-практ. конф. / под ред. д. вет. наук, проф., заслуж. вет. врача РФ А. Р. Камошенко. – Смоленск: ФГБОУ ВПО «Смоленская ГСХА», 2015. – С. 37–42.
4. Использование иммуномодуляторов в бройлерном птицеводстве / А. П. Дуктов и др. – Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2021. – 352 с.
5. Буддыгин Д. В., Кухаренко О. И., Спиридонова Н. В. Микробный биоценоз кишечника цыплят-бройлеров при антибиотикотерапии // Актуальные проблемы биологии и ветеринарной медицины мелких домашних животных / Уральская государственная академия ветеринарной медицины. – Троицк, 2005. – С. 218–220.
6. Биополимеры, иммуностимуляторы и пробиотики в бройлерном птицеводстве: монография / А. П. Дуктов и др. – Горки: БГСХА, 2016. – 289 с.
7. Абакумова Т. В. Препараты молочной кислоты в качестве реабилитационных средств в птицеводстве // Перспективы и преимущество применения ветеринарных препаратов и пищевых добавок на основе молочной кислоты: материалы семинара-презентации. – Санкт-Петербург, 2008. – С. 35–36.
8. Абакумова Т. В. Ростостимулирующие свойства лактояна // Международный вестник ветеринарии. – Санкт-Петербург, 2008. – № 1. – С. 25–29.
9. Новожилова И. В. Влияние пробиотиков на показатели естественной резистентности и продуктивности молодняка животных: дис. маг. биол. наук:1-31.80.01. – Минск, 2008. – 66 с.