

Влияние кормовой добавки на микроморфометрию и микробиом кишечника бройлеров

Н. О. Дмитриев¹✉, В. В. Салаутин¹, С. Е. Салаутина¹

¹ Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова, Саратов, Россия

✉ E-mail: kit_dmitriev@mail.ru

Аннотация. Птицеводство вносит значительный вклад в экономику страны, в стабильность продовольственного рынка и обеспечивает продовольственную безопасность. Увеличение темпов производства продукции птицеводства напрямую зависит от кормления и содержания птицы. Многие отечественные производители предлагают большое количество различных кормовых добавок, обладающих улучшенной кормовой конверсией. Вместе с тем некоторые добавки провоцирует обострение реакций на стресс-факторы и снижение иммунитета у птицы. Поэтому одна из основных задач в развитии птицеводства – использование кормовых добавок, обладающих наименьшим негативным воздействием на организм, повышающих сохранность поголовья и обеспечивающих максимальную продуктивность. Одной из таких является кормовая добавка на основе гуминовых кислот. **Научная новизна** заключается в получении новых данных по микроморфометрическим показателям и микробиоценозу кишечника бройлеров при применении кормовой добавки Reasil® Humic Health. **Цель работы** – определение влияния кормовой добавки на основе гуминовых кислот на микроморфометрические показатели и микробиом органов пищеварительного канала. **Материалы и методы.** Производственный опыт проведен на птицефабрике ООО «Время-91». По принципу аналогов было сформировано 2 группы: контрольная и опытная из бройлеров кросса Cobb 500 по 18 000 голов в каждой. **Результаты.** Анализ полученных результатов показал, что у бройлеров опытной группы в сравнении с птицей интактной группы произошло увеличение толщины слизистой оболочки и подслизистой основы в железистом желудке на 319 и 378 мкм, а в мышечном – слизистой и мышечной оболочек на 844 и 481 мкм соответственно. В тонкой кишке наблюдали увеличение размера ворсинок на 702 мкм и их количества. Толщина слизистой оболочки в толстой кишке была больше на 733 мкм. При применении кормовой добавки количество условно-патогенной микрофлоры не выходило за границы нормы, тогда как количество лактобактерий увеличилось на 10³ КОЕ/г.

Ключевые слова: кормовая добавка, гуминовые кислоты, бройлеры, птица, пищеварительный канал, микроморфометрия, микробиом.

Для цитирования: Дмитриев Н. О., Салаутин В. В., Салаутина С. Е. Влияние кормовой добавки на микроморфометрию и микробиом кишечника бройлеров // Аграрный вестник Урала. 2023. № 02 (231). С. 62–70. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-231-02-62-70.

Дата поступления статьи: 16.11.2022, **дата рецензирования:** 19.12.2022, **дата принятия:** 16.01.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

В настоящее время в России одной из приоритетных задач в сельском хозяйстве является интенсивное развитие птицеводства, что связано с необходимостью решения вопросов импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности. Благодаря содержанию животного белка, а также высокому и быстрому потенциалу развития разведение птицы имеет высокие шансы стать самой значительной отраслью на ближайшие несколько лет, что внесет огромный вклад в продовольственную базу страны. Чтобы добиться наибольших успехов,

птицефабрики работают с кроссами высокой продуктивности. Такое поголовье благодаря генетическому потенциалу развития способно за короткое время достигать максимальных показателей приростов и выхода продукции. Такой подход влияет на содержание и кормление птицы, что приводит к воздействию на них таких зооигиенических факторов, как технологии содержания, микроклимат помещений, рацион и состав кормления. Составлению рациона специалисты уделяют наибольшее внимание, т. к. благодаря энергетической и пищевой ценности достигается быстрое увеличение

массы птицы. Неправильные условия содержания ведут к появлению заболеваний и стрессов, негативно сказывающиеся на состоянии организма бройлеров. [5, с. 42; 15, с. 103]. Современные кроссы птицы подвержены различным стрессам из-за сокращения сроков выращивания, что, в свою очередь, влияет на недостаточно сформировавшуюся иммунную систему и делает их высокочувствительными к заболеваниям различной этиологии. Стресс является основополагающим фактором появления кишечных заболеваний, что сказывается на увеличении смертности. В большинстве случаев причиной гибели бройлеров являются желудочно-кишечные заболевания, что связано с условиями кормления и выращивания птицы и изменениями состава кишечной микрофлоры [3, с. 217; 10, с. 68]. Нормальная микрофлора желудочно-кишечного тракта играет решающую роль в защите от патогенных микроорганизмов, стимулируя иммунную систему и участвуя в метаболических реакциях. Пищеварительный канал является конкурентной средой для условно-патогенной микрофлоры, которая подавляется путем связывания с поверхностными рецепторами клеток, особенно эпителиальных. В состав нормальной микрофлоры кишечника входит около сотни непатогенных бактерий и небольшое количество условно-патогенных организмов. Микробиом кишечника варьирует на всем его протяжении. Основная концентрация микрофлоры наблюдается в толстой кишке. Главными ее обитателями являются анаэробные микроорганизмы – бифидобактерии, а сопутствуют им лактобациллы, кишечная палочка, энтерококки. Благодаря выработке органических жирных кислот бифидобактерии подавляют активность патогенной микрофлоры, синтезируют витамины, аминокислоты и белки и участвуют во всасывании ионов железа и кальция через стенку кишечника. Лактобациллы являются основными представителями кишечного микробиоценоза. Они обеспечивают превращение лактозы в молочную кислоту, которая предотвращает рост патогенных бактерий. Лактобациллы оказывают антагонистическое действие на стафилококки, кишечную палочку и протей. Лактобактерии влияют на метаболические процессы организма, повышая их неспецифическую резистентность [11, с. 43; 14, с. 234]. На этом фоне практика использования кормовых антибиотиков остается распространенной, тогда как многие страны запретили их применение. Таким образом, производители ищут альтернативы для обеспечения человека экологически чистой мясной продукцией. Актуальной проблемой, связанной с применением антибиотиков, является появление устойчивых к антибиотикам штаммов бактерий, которые увеличивают заболеваемость животных дисбактериозом, поэтому со снижением эффективности антибиотиков лечение у таких животных стало

затруднительным. [4, с. 27]. Взамен запрещенным для скармливания кормовым антибиотикам производители кормов предлагают большой спектр различных кормовых добавок, действие которых на организм (на макро- и микроморфологическом уровне) до настоящего времени или изучено не в полной мере, или по ним приводятся разноречивые данные. Так, некоторые авторы утверждают о негативных последствиях применения кормовых добавок с высоким содержанием питательных веществ. Напряженное функционирование пищеварительного канала может привести к заболеванию органов пищеварения, что одновременно может стать причиной нарушения микробиома кишечника [7, с. 999; 8, с. 124]. В связи с этим многие исследователи проводят изыскания в поиске кормовых добавок, обладающих наименьшим негативным воздействием на организм птицы, повышающих сохранность поголовья и обеспечивающих наиболее максимальную продуктивность [12, с. 133; 13]. Одной из таких является кормовая добавка на основе гуминовых кислот Reasil® Humic Health. Гуминовые кислоты вместе с фульвовою кислотой образуют биодоступный комплекс для оздоровления живых организмов. Ценность его обусловлена наличием в составе более 20 аминокислот, 70 различных компонентов из минералов, природных полисахаридов, витаминов, жирных кислот, стероидов, гормонов, природных антиоксидантов, растительных пигментов. В составе данного комплекса обнаружены нестероидные фитоэстрагены натурального происхождения – изофлавоноиды, а также обладающие свойствами антибиотиков хиноны и прочие полезные компоненты. Такая концентрация биологически активных веществ обуславливает многообразие положительного влияния гуминовых кислот на живые организмы. Исследованиями отечественных и зарубежных ученых не выявлены у препаратов на основе гуминовых кислот анафилактические, тератогенные, канцерогенные, эмбриотоксические и аллергенные свойства [1, с. 4; 2, с. 48]. Поэтому препараты на их основе относят к числу безвредных для человека и животных, что является преимуществом по сравнению с классическими лекарственными средствами. Это позволяет создавать на их основе экологически чистые натуральные кормовые добавки и ветеринарные препараты для птиц, сельскохозяйственных и домашних животных, рыб. Лечебные и профилактические свойства гуминовых кислот заключаются в способности обволакивать слизистую оболочку кишечника животных и уменьшать или полностью предотвращать впитывание токсических продуктов обмена после инфекции, а также при скармливании недоброкачественных кормов. При длительном оральном применении не выявлены никакие побочные воздействия, аллергии или явления резистентности. Гуминовые кислоты вследствие сво-

его химического строения не являются ни тератогенными, ни мутагенными, ни канцерогенными. Также они не имеют эмбриотоксических свойств. Гумины, содержащиеся в торфе, стимулируют жизнедеятельность микрофлоры кишечника, повышают коэффициент использования питательных компонентов кормов, ускоряют рост и развитие организма, активизируют обмен веществ, углеводный и белковый метаболизм, повышают естественную резистентность организма, нормализуют кислотный баланс в организме. Они также обладают способностью прикрепляться к эпителию слизистой желудка и кишечника и образовывать пленку, которая является основной предпосылкой их защитного и подавляющего воспаления действия. Гуминовые кислоты в отличие от общеизвестных адсорбентов (активированный уголь или определенные силикаты и минералы глины), которые лежат на слизистой, как компактные конгломераты, имеют способность проскальзывать между ворсинками эпителия кишечника и даже проникать между клетками эпителия. Они защищают эти чувствительные ткани, которые, например, при вирусной инфекции могут легко подвергаться некрозу. Между возбудителями инфекции, их токсинами и эпителием слизистой лежит пленка из тончайших частиц гуминовой кислоты, защищающая воспаленную ткань эпителия и комплекс лимфатических желез. Если ворсинки кишечника уже разрушены, гуминовые кислоты проникают в субэпителиальную ткань и способствуют их восстановлению [6, с. 10; 9, с. 6114]. Целью нашего исследования являлось определение влияния кормовой добавки Reasil® Numic Health на основе гуминовых кислот на микроморфометрические показатели органов пищеварительного канала и изучение микробиома кишечника бройлеров.

Методология и методы исследования (Methods)

Производственный опыт проводили на птицефабрике ООО «Время-91». Для эксперимента по принципу аналогов было сформировано 2 группы: контрольная и опытная из бройлеров кросса Cobb 500 по 18 000 голов в каждой. Бройлеры контрольной группы получали основной рацион из пшеницы, кукурузы, сои и концентрата. Птица опытной группы вместе с основным рационом получала кормовую добавку Reasil® Numic Health в дозе 2 г/кг корма. Доступ к корму и воде был постоянный. Исследование микроморфометрических показателей проводили в морфологической лаборатории кафедры «Морфология, патология животных и биология» Саратовского государственного университета генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова, а микробиома – на базе Саратовской межобластной ветеринарной лаборатории.

Результаты (Results)

Результаты микроморфометрических исследований на 1-й день опыта показали, что как в опыт-

ной, так и в интактной группах бройлеров толщина слизистой оболочки железистого желудка составляла $386,1 \pm 0,3$ мкм. К 13-му дню опыта данный показатель достиг $1104,3 \pm 1,0$ мкм. На 19-й день исследования толщина слизистой оболочки составляла $1353,0 \pm 1,0$ мкм, что больше в сравнении с птицей контрольной группы на 319 мкм. На всем протяжении опыта толщина слизистой оболочки у подопытных бройлеров превосходила таковую у интактных.

У бройлеров опытной и контрольной групп подслизистая основа железистого желудка в 1-й день опыта составляла $2136,4 \pm 2,1$ мкм. К 19-му дню данный показатель у птицы опытной группы увеличился на 1792 мкм, в то время как у бройлеров интактной группы – лишь на 1414 мкм.

На протяжении всего опыта толщина мышечной оболочки увеличивалась у бройлеров обеих групп, и на 19-й день она составляла $1159,2 \pm 2,2$ мкм в опытной группе, что на 27,6 % больше, чем в контрольной. Серозная оболочка у подопытной птицы на 1,1 мкм была больше по сравнению с интактной (таблица 1).

На 19-й день опыта толщина слизистой оболочки мышечного желудка у подопытной птицы составляла $1674,0 \pm 0,8$ мкм, что на 844 мкм больше, чем у интактной. По сравнению с 1-м днем исследования толщина оболочки увеличилась на 1184 мкм в опытной группе и лишь на 340 мкм в контрольной.

Показатель толщины подслизистой основы увеличивался на всем протяжении опыта и на 19-й день составил $284,1 \pm 1,6$ мкм у бройлеров опытной группы, что на 13,3 % больше в сравнении с интактной.

Мышечная оболочка у подопытных бройлеров на 19-й день опыта имела наибольшую толщину по сравнению с другими оболочками мышечного желудка и составляла $3895,0 \pm 3,5$ мкм, что превышало данный показатель у интактных на 481 мкм. По сравнению с 1-м днем опыта толщина оболочки в опытной группе увеличилась в 2,2 раза, тогда как в контрольной – в 1,8 раза. Толщина серозной оболочки у подопытной птицы незначительно превосходила таковой показатель у интактной (таблица 2).

Из данных таблицы 3 видно, что с 1-го дня опыта толщина слизистой оболочки тонкой кишки увеличивалась и достигла наибольших показателей у бройлеров опытной группы. В то же время наименьший показатель был в контрольной группе и составлял $1680,0 \pm 1,7$ мкм, что на 1780 мкм меньше по сравнению с опытной.

Размер ворсинок у интактных бройлеров составил $1352,0 \pm 0,16$ мкм, тогда как в опытной группе аналогичный показатель равнялся $2054,0 \pm 0,55$ мкм.

Таблица 1

Микроморфометрические показатели железистого желудка бройлеров, мкм ($M \pm m$)

Исследуемые оболочки	Группы	День опыта		
		1	13	19
Слизистая оболочка	Контрольная	386,1 ± 0,3	667,7 ± 0,5	1034,0 ± 0,9
	Опытная		1104,3 ± 1,0*	1353,0 ± 1,0*
Подслизистая основа	Контрольная	2136,4 ± 2,1	2220,0 ± 1,1	3550,4 ± 3,2
	Опытная		2945,4 ± 1,07*	3928,3 ± 1,01*
Мышечная оболочка	Контрольная	308,7 ± 0,3	629,0 ± 0,4	838,6 ± 0,5
	Опытная		738,0 ± 0,7*	1159,2 ± 2,2*
Серозная оболочка	Контрольная	4,8 ± 2,5	6,1 ± 0,7	8,3 ± 0,7
	Опытная		7,5 ± 0,4*	9,4 ± 0,54*

Примечание. * $P \leq 0,50$.

Table 1

Micromorphometric parameters of the glandular stomach of broilers, microns ($M \pm m$)

Investigated shells	Groups	Day of experience		
		1	13	19
The mucous membrane	Control	386.1 ± 0.3	667.7 ± 0.5	1034.0 ± 0.9
	Experienced		1104.3 ± 1.0*	1353.0 ± 1.0*
Submucosal base	Control	2136.4 ± 2.1	2220.0 ± 1.1	3550.4 ± 3.2
	Experienced		2945.4 ± 1.07*	3928.3 ± 1.01*
Muscle sheath	Control	308.7 ± 0.3	629.0 ± 0.4	838.6 ± 0.5
	Experienced		738.0 ± 0.7*	1159.2 ± 2.2*
Serous membrane	Control	4.8 ± 2.5	6.1 ± 0.7	8.3 ± 0.7
	Experienced		7.5 ± 0.4*	9.4 ± 0.54*

Note. * $P \leq 0.50$.

Таблица 2

Микроморфометрические показатели мышечного желудка бройлеров, мкм ($M \pm m$)

Исследуемые оболочки	Группы	День опыта		
		1	13	19
Слизистая оболочка	Контрольная	490,0 ± 1,8	642,0 ± 0,7	830,0 ± 0,6
	Опытная		1270,0 ± 0,4*	1674,0 ± 0,8*
Подслизистая основа	Контрольная	98,1 ± 0,5	210,1 ± 0,7	246,0 ± 0,3
	Опытная		218,5 ± 1,6*	284,1 ± 1,6*
Мышечная оболочка	Контрольная	1836,0 ± 0,44	3150,0 ± 1,3	3414,0 ± 1,2
	Опытная		3217,3 ± 0,9*	3895,0 ± 3,5*
Серозная оболочка	Контрольная	4,0 ± 1,0	5,0 ± 1,1	8,1 ± 0,4
	Опытная		6,6 ± 0,78*	8,5 ± 1,0*

Примечание. * $P \leq 0,50$.

Table 2

Micromorphometric parameters of the muscular stomach of broilers, microns ($M \pm m$)

Investigated shells	Groups	Day of experience		
		1	13	19
The mucous membrane	Control	490.0 ± 1.8	642.0 ± 0.7	830.0 ± 0.6
	Experienced		1270.0 ± 0.4*	1674.0 ± 0.8*
Submucosal base	Control	98.1 ± 0.5	210.1 ± 0.7	246.0 ± 0.3
	Experienced		218.5 ± 1.6*	284.1 ± 1.6*
Muscle sheath	Control	1836.0 ± 0.44	3150.0 ± 1.3	3414.0 ± 1.2
	Experienced		3217.3 ± 0.9*	3895.0 ± 3.5*
Serous membrane	Control	4.0 ± 1.0	5.0 ± 1.1	8.1 ± 0.4
	Experienced		6.6 ± 0.78*	8.5 ± 1.0*

Note. * $P \leq 0.50$.

Таблица 3
Микроморфометрические показатели тонкой кишки бройлеров, мкм ($M \pm m$)

Исследуемые оболочки	Группы	День опыта		
		1	13	19
Слизистая оболочка	Контрольная	1143,0 ± 2,8	1318,0 ± 1,6	1680,0 ± 1,7
	Опытная		2300,0 ± 3,2*	3460,2 ± 1,6*
Размер ворсинок	Контрольная	763,0 ± 0,1	895,4 ± 0,8	1352,0 ± 0,16
	Опытная		1720,0 ± 1,4*	2054,0 ± 0,55*
Мышечная оболочка	Контрольная	255,0 ± 0,4	375,1 ± 0,2	760,2 ± 0,6
	Опытная		400,0 ± 0,15*	1170,1 ± 0,4*
Серозная оболочка	Контрольная	5,0 ± 0,4	6,8 ± 0,4	8,0 ± 0,2
	Опытная		7,4 ± 0,51*	8,4 ± 0,6*

Примечание. * $P \leq 0,50$.

Table 3
Micromorphometric parameters of the small intestine of broilers, microns ($M \pm m$)

Investigated shells	Groups	Day of experience		
		1	13	19
The mucous membrane	Control	1143.0 ± 2.8	1318.0 ± 1.6	1680.0 ± 1.7
	Experienced		2300.0 ± 3.2*	3460.2 ± 1.6*
Villi size	Control	763.0 ± 0.1	895.4 ± 0.8	1352.0 ± 0.16
	Experienced		1720.0 ± 1.4*	2054.0 ± 0.55*
Muscle sheath	Control	255.0 ± 0.4	375.1 ± 0.2	760.2 ± 0.6
	Experienced		400.0 ± 0.15*	1170.1 ± 0.4*
Serous membrane	Control	5.0 ± 0.4	6.8 ± 0.4	8.0 ± 0.2
	Experienced		6.6 ± 0.78*	8.5 ± 1.0*

Note: * $P \leq 0.50$.

Таблица 4
Микроморфометрические показатели толстой кишки бройлеров, мкм ($M \pm m$)

Исследуемые оболочки	Группы	День опыта		
		1	13	19
Слизистая оболочка	Контрольная	475,6 ± 0,6	964,0 ± 1,7	1201,0 ± 2,0
	Опытная		980,1 ± 0,9*	1934,2 ± 1,1*
Мышечная оболочка	Контрольная	464,2 ± 0,1	615,3 ± 0,2	853,0 ± 1,0
	Опытная		810,0 ± 1,0*	1202,0 ± 0,2*
Серозная оболочка	Контрольная	2,3 ± 0,3	3,8 ± 0,8	5,4 ± 0,9
	Опытная		4,9 ± 0,6*	6,0 ± 1,0*

Примечание. * $P \leq 0,50$.

Table 4
Micromorphometric parameters of the large intestine of broilers, microns ($M \pm m$)

Investigated shells	Groups	Day of experience		
		1	13	19
The mucous membrane	Control	475.6 ± 0.6	964.0 ± 1.7	1201.0 ± 2.0
	Experienced		980.1 ± 0.9*	1934.2 ± 1.1*
Muscle sheath	Control	464.2 ± 0.1	615.3 ± 0.2	853.0 ± 1.0
	Experienced		810.0 ± 1.0*	1202.0 ± 0.2*
Serous membrane	Control	2.3 ± 0.3	3.8 ± 0.8	5.4 ± 0.9
	Experienced		4.9 ± 0.6*	6.0 ± 1.0*

Note: * $P \leq 0.50$.

Толщина мышечной оболочки у птицы контрольной группы составляла $760,2 \pm 0,6$, что меньше на 410 мкм, чем в опытной. По сравнению с 1-м днем опыта, толщина мышечной оболочки у интактной птицы увеличилась на 505 мкм, в то время как у подопытной – на 915 мкм.

Толщина серозной оболочки бройлеров с 1-го по 19-й день опыта увеличилась как в контрольной, так и опытной группах на $8,0 \pm 0,2$ и $8,4 \pm 0,6$ мкм

соответственно.

Данные таблицы 4 показывают, что на 1-й день опыта толщина слизистой оболочки толстой кишки составляла $475,6 \pm 0,6$ мкм. На 13-й день данный показатель равнялся $964,0 \pm 1,7$ мкм у бройлеров контрольной группы, тогда как в опытной он составлял $980,1 \pm 0,9$ мкм. На 19-й день исследования у интактной птицы толщина слизистой оболочки составляла $1201,0 \pm 2,0$ мкм, что на 733 мкм меньше, чем у подопытных бройлеров.

Динамика количественного и видового состава микрофлоры кишечника у подопытных и интактных бройлеров

Наименование микроорганизмов, КОЕ/г	День опыта						Норматив
	1		13		19		
	Контрольная	Опытная	Контрольная	Опытная	Контрольная	Опытная	
Кишечная палочка	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁴	10 ⁵
Энтерококки	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁵	10 ⁵ × 10 ⁷
Клостридии	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁴	10 ⁴ × 10 ⁵
Лактобактерии	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁵	10 ⁸	10 ⁶ × 10 ⁷
Стафилококки	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ³	10 ⁴	10 ³	10 ³ × 10 ⁴
Сальмонеллы	–	–	–	–	–	–	Не допускается

Table 5

Dynamics of quantitative and specific composition of intestinal microflora in experimental and intact broilers

Name of microorganisms, CFU/g	Day of experience						Standard
	1		13		19		
	Control	Experimental	Control	Experimental	Control	Experimental	
<i>E. coli</i>	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁴	10 ⁵
<i>Enterococci</i>	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁵	10 ⁵ × 10 ⁷
<i>Clostridia</i>	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁴	10 ⁴ × 10 ⁵
<i>Lactobacillus</i>	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁵	10 ⁸	10 ⁶ × 10 ⁷
<i>Staphylococci</i>	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ³	10 ⁴	10 ³	10 ³ × 10 ⁴
<i>Salmonella</i>	–	–	–	–	–	–	Not allowed

На 19-й день опыта наименьший показатель толщины мышечной оболочки птиц отмечали в контрольной группе – 853,0 ± 1,0 мкм. Следует отметить, что по сравнению с 1-м днем исследования произошло утолщение оболочки на 389 мкм. В то же время толщина мышечной оболочки у бройлеров опытной группы на 19-й день опыта составляла 1202,0 ± 0,2 мкм, что на 738 мкм больше, чем в 1-й день опыта. Серозная оболочка с 2,3 ± 0,3 мкм в 1-й день опыта как в контрольной, так и в опытной группах увеличилась к 19-му дню исследования до 5,4 ± 0,9 и 6,0 ± 1,0 мкм соответственно.

Результаты исследований, представленные в таблице 5, показывают, что на 1-й день опыта показатели микробиома кишечника соответствовали нормативному показателю: кишечная палочка – 10⁵ КОЕ/г, энтерококки – 10⁵ КОЕ/г, клостридии – 10⁵ КОЕ/г, лактобактерии – 10⁵ КОЕ/г, стафилококки – 10⁴ КОЕ/г. На всем протяжении эксперимента сальмонеллы выявлены не были.

За период опыта количество кишечной палочки не выходило за верхние границы нормы и составляло 10⁵ КОЕ/г у интактных бройлеров. В то же время у подопытной птицы с 13-го дня и до окончания опыта данный показатель составлял 10⁴ КОЕ/г. Количество энтерококков у бройлеров обеих групп до 13-го дня исследования находилось на уровне 10⁵ КОЕ/г. Необходимо отметить, что к 19-му дню опыта в контрольной группе произошло увеличе-

ние количества энтерококков до 10⁶ КОЕ/г, но оно не выходило за верхние границы норматива.

Клостридии выделяли из содержимого кишечника на всем протяжении эксперимента – 10⁵ КОЕ/г у интактных бройлеров. В то же время у подопытной птицы к 19-му дню исследования данный показатель составлял 10⁴ КОЕ/г.

У бройлеров опытной группы с 1-го по 19-й день опыта отмечено закономерное увеличение количества лактобактерий – с 10⁵ до 10⁸ КОЕ/г. У птицы контрольной группы количество лактобактерий осталось на прежнем уровне.

Стафилококки выявляли в содержимом кишечника у бройлеров обеих групп на протяжении всего исследования, но их уровень не превышал 10⁴ КОЕ/г в интактной и 10³ КОЕ/г в опытной группах.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Использование кормовой добавки Reasil® Hunic Health в расчете 2г/кг корма оказывает благоприятное влияние на микроморфометрические показатели органов пищеварительного канала бройлеров (опытная группа). Так, толщина слизистой оболочки и подслизистой основы железистого желудка у птицы опытной группы превышала аналогичные показатели интактной птицы на 319 и 378 мкм соответственно. Толщина мышечной оболочки мышечного желудка бройлеров опытной группы на 481 мкм была больше, чем у птицы контрольной группы. У подопытных бройлеров в тонкой кишке

наблюдали увеличение количества и высоты ворсинок и крипт, а в толстой – крипт и бокаловидных экзокриноцитов в слизистой оболочке. Увеличение количества и высоты ворсинок и крипт, толщины мышечной оболочки свидетельствует об увеличении в кишечнике всасывательной поверхности и усилении перистальтики, влияющих на интенсивность развития, рост и продуктивность птицы.

Кроме того, кормовая добавка Reasil® Humic Health за счет снижения pH среды (до 4–5) способ-

ствует развитию молочнокислых бактерий (лактобактерий) и сдерживанию процесса размножения условно-патогенной микрофлоры. Следует отметить, что на протяжении всего опыта количество условно-патогенной микрофлоры в кишечнике бройлеров не выходило за границы допустимого норматива. В то же время количество лактобактерий с 13-го дня и до конца эксперимента увеличилось с 10^5 до 10^8 КОЕ/г.

Библиографический список

1. Васильев А. А., Коробов А. П., Москаленко С. П., Сивохина Л. А., Кузнецов М. Ю. Значение, теория и практика использования гуминовых кислот в животноводстве // Аграрный научный журнал. 2018. № 1. С. 3–6.
2. Василенко И. О., Москаленко С. П. Эффективность использования жидкой кормовой добавки Reasil® Humic Vet в яичном птицеводстве // Аграрный научный журнал. 2021. № 3. С. 48–52.
3. Дубровин А. В., Лаптев Г. Ю., Дмитриева М. Е. Влияние кормовых добавок различных групп на микробиоценоз кишечника цыплят-бройлеров в различных производственных условиях // Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и ветеринарии: сборник тезисов XVIII Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной памяти академика РАСХН Георгия Сергеевича Муромцева. Москва, 2018. С. 216–218.
4. Данилова К. А. Становление кишечного микробиоценоза у цыплят-бройлеров при использовании пробиотика «Проваген» и пребиотика «Лактусан» // Аграрный научный журнал. 2019. № 2. С. 26–29.
5. Дмитриев Н. О. Перспективы использования кормовых добавок на основе гуминовых кислот цыплятам-бройлерам // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий: материалы Международной научно-практической конференции. Саратов, 2019. С. 42–45.
6. Дмитриев Н. О., Козлов С. В., Салаутин В. В., Васильев А. А. Влияние кормовой добавки Reasil® Humic Health на скорость элиминации антибактериального препарата «Флорфеникол» из организма цыплят-бройлеров // Основы и перспективы органических биотехнологий. 2020. № 1. С. 9–14.
7. Khabirov A., Avzalov R., Tsalalova G., Andreeva A., Basharov A. Effect of a probiotic containing lactobacilli and bifidobacteria on the metabolic processes, litter microbiocenosis, and production indicators of broiler Pekin ducklings // Veterinary World. 2022. No. 15 (4). Pp. 998–1005. DOI: 10.14202/vetworld.2022.998-1005.
8. Кощаев И. А., Мезинова К. В., Сорокина Н. Н. Изучение корреляции между основными зоотехническими показателями и параметрами используемых в кормах пробиотических культур // Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. 2020. № 4 (18). С. 123–130.
9. Korsakov K. V., Vasiliev A. A., Kozlov S. V., Salautin V. V., Moskalenko S. P., Sivokhina L. A., Kuznetsov M. Yu., Dmitriev N. O. The Effect of The Reasil® Humic Health feed Additive on the rate of Antibacterial drugs removal from the Organisms of broiler Chickens // Research Journal of Pharmacy and Technology. 2020. No. 13 (12). Pp. 6113–6119.
10. Орлова Т. Н. Влияние пробиотика на микробиоценоз кишечника цыплят-бройлеров // Евразийский союз ученых. 2020. № 10-2 (79). С. 68–70.
11. Романова Е. В., Красочко П. П., Петров В. В. Влияние антимикробного препарата «Мультиомицин 1 %» на микробиоценоз кишечника цыплят-бройлеров // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. 2018. Т. 54. № 1. С. 42–46.
12. Симакова И. В., Васильев А. А., Корсаков К. В., Лифанова С. П., Гуляева Л. Ю. Гуминовые кислоты как биогенный стимулятор мясной продуктивности цыплят-бройлеров // Материалы X Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию кафедры «Технологии продуктов питания», 100-летию факультета ветеринарной медицины пищевых и биотехнологий. Саратов, 2018. С. 132–137.
13. Simakova I. V., Vasiliev A. A., Korsakov K. V., Sivokhina L. A., Salautin V. V., Gulyaeva L. Y. Role of Humic Substances in Formation of Safety and Quality of Poultry Meat [e-resource] // Humic Substances. 2021. URL: <https://www.intechopen.com/chapters/75648> (date of reference: 25.09.2022).
14. Терентьева Е. Ю., Салаутин В. В., Терентьев А. А. Влияние препарата «Версал Ликвид» на морфометрические показатели кишечника цыплят-бройлеров // Аграрный научный журнал. 2018. № 1. С. 39–41.
15. Трушкин В. А., Ковалев С. П., Никитина А. А., Вотинцева А. П. Влияние препарата «Витол-86» на прирост массы тела перепелов // Материалы национальной научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАВМ. Санкт-Петербург, 2018. С. 103–104.

Об авторах:

Никита Олегович Дмитриев¹, ассистент кафедры «Морфология, патология животных и биология», ORCID 0000-0003-0581-0945, AuthorID 1091128; +7 937 965-63-22, kit_dmitriev@mail.ru

Владимир Васильевич Салаутин¹, доктор ветеринарных наук, профессор кафедры «Морфология, патология животных и биология», ORCID 0000-0003-1182-7057, AuthorID 427953; +7 903 329-79-24, salautin60@mail.ru

Светлана Евгеньевна Салаутина, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры «Болезни животных и ВСЭ», ORCID 0000-0001-6125-167X, AuthorID 427954; +7 960 354-45-33, sse36@mail.ru

¹ Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова, Саратов, Россия

The effect of feed additives on the micromorphometry and microbiome of the intestine of broilers

N. O. Dmitriev¹✉, V. V. Salautin¹, S. E. Salautina¹

¹ Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov, Saratov, Russia

✉ E-mail: kit_dmitriev@mail.ru

Abstract. Poultry farming makes a significant contribution to the country's economy, to the stability of the food market and ensures food security. The increase in the rate of poultry production directly depends on the feeding and maintenance of poultry. Various domestic manufacturers offer a large number of different feed additives with improved feed conversion. At the same time, some additives provoke an exacerbation of reactions to stress factors and a decrease in immunity in poultry. Therefore, one of the main tasks in the development of poultry farming is the use of feed additives with the least negative impact on the body, increasing the safety of livestock and ensuring maximum productivity. One of these is a feed additive based on humic acids. **The scientific novelty** lies in obtaining new data on micromorphometric indicators and microbiocenosis of the intestines of broilers when using the Reasil® Humic Health feed additive. **The aim of the work** was to determine the effect of a feed additive based on humic acids on micromorphometric parameters and microbiome of the digestive canal organs. **Materials and methods.** The production experience was carried out at the poultry farm of "Vremya-91". According to the principle of analogues, 2 groups were formed: a control and an experienced one of Cobb 500 cross broilers with 18,000 heads each. **Results.** The analysis of the results showed that in the broilers of the experimental group, in comparison with the intact one, there was an increase in the thickness of the mucous membrane and submucosal base in the glandular stomach by 319 and 378 microns, and in the muscular one - the mucous and muscular membranes by 844 and 481 microns, respectively. In the small intestine, an increase in the size of villi by 702 microns and their number was observed. The thickness of the mucous membrane in the colon was greater by 733 microns. When using a feed additive, the amount of conditionally pathogenic microflora did not exceed the norm, while the number of lactobacilli increased by 10³ CFU/g.

Keywords: feed additive, humic acids, broiler chickens, digestive canal, micromorphometry, microbiome.

For citation: Dmitriev N. O., Salautin V. V., Salautina S. E. Vliyanie kormovoy dobavki na mikromorfometriyu i mikrobiom kishchechnika broylerov [The effect of feed additives on the micromorphometry and microbiome of the intestine of broilers] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. No. 02 (231). Pp. 62–70. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-231-02-62-70. (In Russian.)

Date of paper submission: 16.11.2022, **date of review:** 19.12.2022, **date of acceptance:** 16.01.2023.

References

1. Vasil'ev A. A., Korobov A. P., Moskalenko S. P., Sivokhina L. A., Kuznetsov M. Yu. Znachenie, teoriya i praktika ispol'zovaniya guminovykh kislot v zhivotnovodstve [Significance, theory and practice of the use of humic acids in animal husbandry] // The Agrarian Scientific Journal. 2018. No. 1. Pp. 3–6. (In Russian.)
2. Vasilenko I. O., Moskalenko S. P. Effektivnost' ispol'zovaniya zhidkoy kormovoy dobavki Reasil® Humic Vet v yaichnom ptitsevodstve [The effectiveness of the use of the liquid feed additive "Reasil® Humic Vet" in egg poultry farming] // The Agrarian Scientific Journal. 2021. No. 3. Pp. 48–52. (In Russian.)
3. Dubrovin A. V., Laptev G. Yu., Dmitrieva M. E. Vliyanie kormovykh dobavok razlichnykh grupp na mikrobiotsenoz kishchechnika tsyplyat-broylerov v razlichnykh proizvodstvennykh usloviyakh [The effect of feed additives of various groups on the intestinal microbiocenosis of broiler chickens in various production conditions] // Biotekh-

nologiya v rastenievodstve, zhivotnovodstve i veterinarii: sbornik tezisev XVIII Vserossiyskoy konferentsii molodykh uchennykh, posvyashchennoy pamyati akademika RASKhN Georgiya Sergeevicha Muromtseva. Moscow, 2018. Pp. 216–218. (In Russian.)

4. Danilova K. A. Stanovlenie kishechnogo mikrobiotsenoza u tsyplyat-broylerov pri ispol'zovanii probiotika "Provagen" i prebiotika "Laktusan" [Formation of intestinal microbiocenosis in broiler chickens using probiotic "Provagen" and prebiotic "Lactusan"] // The Agrarian Scientific Journal. 2019. No. 2. Pp. 26–29. (In Russian.)

5. Dmitriev N. O. Perspektivy ispol'zovaniya kormovykh dobavok na osnove guminovykh kislot tsyplyatam-broyleram [Prospects for the use of feed additives based on humic acids for broiler chickens] // Aktual'nye problemy veterinarnoy meditsiny, pishchevykh i biotekhnologiy: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Saratov, 2019. Pp. 42–45. (In Russian.)

6. Dmitriev N. O., Kozlov S. V., Salautin V. V., Vasil'ev A. A. Vliyanie kormovoy dobavki Reasil® Humic Health na skorost' eliminatsii antibakterial'nogo preparata "Florfenikol" iz organizma tsyplyat-broylerov [The effect of Reasil® Humic Health feed additive on the rate of elimination of the antibacterial drug "Florfenicol" from the body of broiler chickens] // Osnovy i perspektivy organicheskikh biotekhnologiy. 2020. No. 1. Pp. 9–14. (In Russian.)

7. Khabirov A., Avzalov R., Tsapalova G., Andreeva A., Basharov A. Effect of a probiotic containing lactobacilli and bifidobacteria on the metabolic processes, litter microbiocenosis, and production indicators of broiler Pekin ducklings // Veterinary World. 2022. No. 15 (4). Pp. 998–1005. DOI: 10.14202/vetworld.2022.998-1005.

8. Koshchaev I. A., Mezinova K. V., Sorokina N. N. Izuchenie korrelyatsii mezhdu osnovnymi zootehnicheskimi pokazatelyami i parametrami ispol'zuemykh v kormakh probioticheskikh kul'tur [To study the correlation between the main zootechnical indicators and the parameters of probiotic cultures used in feed] // Actual Issues in Agricultural Biology. 2020. No. 4 (18). Pp. 123–130. (In Russian.)

9. Korsakov K. V., Vasiliev A. A., Kozlov S. V., Salautin V. V., Moskalenko S. P., Sivokhina L. A., Kuznetsov M. Yu., Dmitriev N. O. The Effect of The Reasil® Humic Health feed Additive on the rate of Antibacterial drugs removal from the Organisms of broiler Chickens // Research Journal of Pharmacy and Technology. 2020. No. 13 (12). Pp. 6113–6119.

10. Orlova T. N. Vliyanie probiotika na mikrobiotsenoz kishechnika tsyplyat-broylerov [The effect of probiotics on the intestinal microbiocenosis of broiler chickens] // Eurasian Union Of Scientists. 2020. No. 10-2 (79). Pp. 68–70. (In Russian.)

11. Romanova E. V., Krasochko P. P., Petrov V. V. Vliyanie antimikrobnogo preparata "Mul'tiomitsin 1 %" na mikrobiotsenoz kishechnika tsyplyat-broylerov [The effect of the antimicrobial drug "Multi omycin 1 %" on the intestinal microbiocenosis of broiler chickens] // Transactions of the educational establishment "Vitebsk the Order of "the Badge of Honor" State Academy of Veterinary Medicine. 2018. Vol. 54. No. 1. Pp. 42–46. (In Russian.)

12. Simakova I. V., Vasil'ev A. A., Korsakov K. V., Lifanova S. P., Gulyaeva L. Yu. Guminovye kisloty kak biogennyi stimulyator myasnoy produktivnosti tsyplyat-broylerov // Materialy X Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 20-letiyu kafedry "Tekhnologii produktov pitaniya", 100-letiyu fakul'teta veterinarnoy meditsiny pishchevykh i biotekhnologiy [Humic acids as a biogenic stimulator of meat productivity of broiler chickens]. Saratov, 2018. Pp. 132–137. (In Russian.)

13. Simakova I. V., Vasiliev A. A., Korsakov K. V., Sivokhina L. A., Salautin V. V., Gulyaeva L. Y. Role of Humic Substances in Formation of Safety and Quality of Poultry Meat [e-resource] // Humic Substances. 2021. URL: <https://www.intechopen.com/chapters/75648> (date of reference: 25.09.2022).

14. Terent'eva E. Yu., Salautin V. V., Terent'ev A. A. Vliyanie preparata "Versal Likvid" na morfometricheskie pokazateli kishechnika tsyplyat-broylerov [The effect of the drug "Versal Liquid" on the morphometric parameters of the intestines of broiler chickens] // The Agrarian Scientific Journal. 2018. No. 1. Pp. 39–41 (In Russian.)

15. Trushkin V. A., Kovalev S. P., Nikitina A. A., Votintseva A. P. Vliyanie preparata "Vitol-86" na prirost massy tela perepelov [The effect of the drug "Vitol-86" on the body weight gain of quails] // Materialy natsional'noy nauchnoy konferentsii professorsko-prepodavatel'skogo sostava, nauchnykh sotrudnikov i aspirantov SPbGAVM. Saint-Petersburg, 2018. Pp. 103–104. (In Russian.)

Authors' information:

Nikita O. Dmitriev¹, assistant of the department "Morphology, pathology of animals and biology", ORCID 0000-0003-0581-0945, AuthorID 1091128; +7 937 965-63-22, kit_dmitriev@mail.ru

Vladimir V. Salautin¹, holder of an advanced doctorate in veterinary sciences, professor of the department "Morphology, pathology of animals and biology", ORCID 0000-0003-1182-7057, AuthorID 427953; +7 903 329-79-24, salautin60@mail.ru

Svetlana E. Salautina¹, candidate of veterinary sciences, associate professor of the department "Animal diseases and veterinary and sanitary examination", ORCID 0000-0001-6125-167X, AuthorID 427954; +7 960 354-45-33, sse36@mail.ru

¹ Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov, Saratov, Russia