

УДК: 636.52/.58:615/33:619:639.62:637.2

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-389-12-58-63

И.И. Кочиш

О.В. Мясникова ✉

М.С. Мотин

Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина, Москва, Россия

✉ Omyasnikova71@gmail.com

Поступила в редакцию: 30.09.2024

Одобрена после рецензирования: 12.11.2024

Принята к публикации: 26.11.2024

© Кочиш И.И., Мясникова О.В., Мотин М.С.

Влияние кормовых добавок отечественного производства на здоровье кишечника кур

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты изучения влияния различных кормовых добавок — адсорбента «Мустала» на основе минерала шунгит (ООО «Надвоицкий завод ТДМ» Purecarelia, Россия), пребиотика «Ветелакт» (ООО «НВЦ Агроветзащита», Россия), пробиотика «Профорт» и фитобиотика «Интебио» (ООО «Биотроф», Россия); ферментного препарата «Фидбест Р» (ПО «Сиббиофарм», Россия). Были проведены две серии экспериментов в условиях вивария. В первом опыте с контролем сравнивали действие пребиотика «Ветелакт» и сорбента «Мустала», а во втором — действие трех препаратов: пробиотика «Профорт», фитобиотика «Интебио», ферментной добавки «Фидбест Р». Далее оценку пребиотика «Ветелакт» провели в условиях промышленного содержания кур — на птицефабрике ООО «Птицефабрика «Линдовская» — племенной завод Нижегородской области. Применение пробиотиков, как правило, приводит к увеличению численности какого-то одного-двух видов полезной микрофлоры, так как в своем составе содержит один или несколько штаммов полезных микроорганизмов. В данном исследовании при испытании пробиотика «Профорт» в микробиоте слепых отростков наблюдался рост лактобактерий, их содержание увеличилось более чем в 2,5 раза. Пребиотики имеют в своем составе питательные вещества для микроорганизмов и могут стимулировать рост сразу нескольких видов. В исследовании при применении пребиотика «Ветелакт» отмечалось увеличение бифидо- и лактобактерий — на 42,9% и 14,6% соответственно. Препараты, не предназначенные для прямого воздействия на микробиоту, такие как сорбенты, ферменты, фитобиотики, оказывают опосредованное влияние на микробный профиль, что не всегда дает положительный эффект. Так, добавка в корм фермента «Фидбест Р» привела к увеличению в микробиоте числа лактобактерий в 4 раза, а сорбента «Мустала» — к снижению числа лактобактерий в 2,3 раза.

Ключевые слова: несушки, иммунитет, микробиота кишечника, продуктивность, патогенная микрофлора, пробиотики, пребиотики, фитобиотики, иммуностимуляторы

Для цитирования: Кочиш И.И., Мясникова О.В., Мотин М.С. Влияние кормовых добавок отечественного производства на здоровье кишечника кур. *Аграрная наука*. 2024; 389(12): 58–63.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-389-12-58-63>

The effect of feed additives of domestic production on the intestinal health of laying hens

ABSTRACT

The article presents the results of studying the effect of various feed additives — adsorbent “Mustala” based on the mineral shungite (LLC “Nadvoitsky plant TDM” Purecarelia, Russia), prebiotic “Vetelact” (LLC “NVTs Agrovetzashchita”, Russia), probiotic “Profort” and phytobiotic “Intebio” (LLC “Biotrof”, Russia); enzyme preparation “Fidbest R” (ACCORDING to Sibbiopharm, Russia). Two series of experiments were conducted in vivarium conditions. In the first experiment, the effect of the “Vetelact” prebiotic and the “Mustala” sorbent was compared with the control, and in the second, the effect of three drugs: the “Profort” probiotic, the “Intebio” phytobiotic, and the “Feedbest R” enzyme supplement. Further, the evaluation of the “Vetelact” prebiotic was carried out in the conditions of industrial chicken keeping — at the poultry farm of LLC “Poultry Farm “Lindovskaya” — breeding plant» of the Nizhny Novgorod region.

The use of probiotics, as a rule, leads to an increase in the number of one or two types of beneficial microflora, since it contains one or more strains of beneficial microorganisms. In this study, when testing the probiotic “Profort” in the microbiota of blind processes, an increase in lactobacilli was observed, their content increased by more than 2.5 times. Prebiotics contain nutrients for microorganisms and can stimulate the growth of several species at once. In the study, when using the “Vetelact” prebiotic, an increase in bifidobacteria and lactobacilli was noted — by 42.9% and 14.6%, respectively. Drugs that are not intended to directly affect the microbiota, such as sorbents, enzymes, and phytobiotics, have an indirect effect on the microbial profile, which does not always have a positive effect. Thus, the addition of the feed enzyme “Feedbest R” led to an increase in the number of lactobacilli in the microbiota by 4 times, and the sorbent “Mustala” led to a decrease in the number of lactobacilli by 2.3 times.

Key words: laying hens, immunity, intestinal microbiota, productivity, pathogenic microflora, probiotics, prebiotics, phytobiotics, immunostimulants

For citation: Kochish I.I., Myasnikova O.V., Motin M.S. The effect of feed additives of domestic production on the intestinal health of laying hens. *Agrian science*. 2024; 389(12): 58–63 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-389-12-58-63>

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-389-12-58-63

Ivan I. Kochish

Olga V. Myasnikova ✉

Matvey S. Motin

Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology — MVA named after K.I. Skryabin

✉ Omyasnikova71@gmail.com

Received by the editorial office: 30.09.2024

Accepted in revised: 12.11.2024

Accepted for publication: 26.11.2024

© Kochish I.I., Myasnikova O.V., Motin M.S.

Введение/Introduction

Эффективность усвоения кормов у цыплят самая высокая среди сельскохозяйственных животных, а у кур-несушек — вторая по эффективности при пересчете на единицу производимой продукции. Одним из основных триггеров пищеварительного процесса является микробный состав кишечника, так как без микроорганизмов не происходит полноценного расщепления и усвоения кормовых ингредиентов [1, 2].

Современная наука позволила установить влияние состава микробиома кишечника на его функциональные качества и тем самым продвинуться в изучении возможностей направленного воздействия на состав микробиоты, которая позволит укрепить здоровье, улучшить эффективность и продолжительность продуктивного цикла животных и птицы.

В птицеводстве ряд исследований посвящены пищеварению у цыплят-бройлеров, у которых микробные сообщества отличаются от сообществ несушек [3–6]. Бройлеры и несушки имеют разную продолжительность жизни в обычном коммерческом производстве и выращиваются в разных условиях со специфическими требованиями по составу питательности кормов, поэтому состав микробиоты кишечника у птицы этих двух направлений птицеводства различен [4, 5].

Яйценоскость несушек у современных кроссов кур подходит к своему максимальному уровню с точки зрения усовершенствования этого показателя селекционно-генетическими методами.

За последние десятилетия усилия селекционеров были направлены на увеличение продолжительности продуктивного цикла и тем самым на получение большего количества яиц от одной несушки за цикл [7, 8]. Поэтому особую актуальность приобретает сохранение здоровья и жизнеспособности поголовья, чтобы в каждом стаде получить максимум яичной массы.

За продуктивный цикл на несушку воздействует множество негативных факторов, способных снизить ее сопротивляемость. В первую очередь это стрессы кормового и технологического характера и повышающийся в птичнике бактериальный фон. Известно, что кишечник птицы играет огромную роль в ее иммунитете, поэтому особое внимание в данных исследованиях уделяется аспекту здоровья желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) и факторам, способным повлиять на него [6, 9].

Здоровье ЖКТ определяют как способность пищеварительной системы выполнять нормальные физиологические функции, поддерживать гомеостаз и тем самым противостоять стрессу — инфекционному и неинфекционному. Состояние пищеварительной системы включает такие понятия, как «структурная целостность кишечника», «баланс микрофлоры» и «состояние иммунной системы» [11]. Однако под здоровьем кишечника в настоящее время понимают не только пищеварительные функции, но и способность защитить от кишечных патогенов и потенциал иммунной системы отвечать на изменения окружающей среды.

Современные исследования показали, что иммунитет птицы во многом связан со здоровьем ЖКТ и его микробным составом [9–11]. Содержимое ЖКТ состоит из совокупности микроорганизмов различных видов, в основном бактерий, грибковых, одноклеточных и вирусных микроорганизмов. Всё это и составляет микрофлору ЖКТ. Развитие этой микробиологической системы начинается сразу после вывода цыпленка из яйца, с началом клевания (даже до начала потребления корма, воды) бактериальные микроорганизмы поступают в

кишечник из окружающего воздуха, корма и от людей, работающих с цыплятами после вывода. Каждый из этих внешних источников может влиять на формирование и развитие микрофлоры кишечника [12, 13].

Доказано, что состав микробиоты кишечника меняется в зависимости от возраста несушек, генотипа и системы производства [6, 12]. Метаболиты микробиоты кишечника, такие как короткоцепочечные жирные кислоты, индол, триптамиин, витамины и бактериоцины, участвуют в перекрестном взаимодействии хозяина и микробиоты, поддержании барьерной функции и иммунном гомеостазе. Резидентные члены микробиоты кишечника ограничивают и контролируют колонизацию пищевых патогенов. Добавление пребиотиков и пробиотиков в корм укрепляет микробиоту кишечника для улучшения продуктивности хозяина и устойчивости к колонизации кишечными патогенами, такими как *Salmonella* и *Campylobacter*.

Механизмы действия пребиотиков и пробиотиков заключаются в выработке органических кислот, активации иммунной системы хозяина и выработке антимикробных агентов. Кандидаты на роль пробиотиков, включая изоляты *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Bacillus*, *Saccharomyces* и *Faecalibacterium*, показали многообещающие результаты в отношении повышения безопасности пищевых продуктов и здоровья кишечника. Кроме того, ряд сложных углеводов, включая маннозные олигосахариды, фруктоолигосахариды и галактоолигосахариды, а также инулин являются перспективными кандидатами для улучшения здоровья кишечника [13].

Состав микробиоты кишечника можно улучшить и укрепить различными препаратами, содержащими как живые микроорганизмы, так и пребиотические компоненты, растительные компоненты, ферменты, сорбенты микотоксинов. Изучение основных принципов действия биологически активных добавок обеспечивает уверенность в использовании таких добавок и в терапевтических целях.

Пробиотики могут использоваться как в качестве профилактических, так и терапевтических препаратов для активации экспрессии цитокинов с целью модуляции иммунной системы хозяина против патогенов. Однако было замечено, что на взрослых курах-несушках с уже сформированным микробиомом всех отделов кишечника ввод пробиотиков в корм дает значительно менее выраженный эффект, чем на молодняке. Наиболее вероятно это связано с тем, что микробиота кишечника у молодой птицы находится в стадии формирования и лучше модулируется пробиотиками, чем у взрослой птицы [12, 14].

Таким образом, правильно подобранный вид биологически активной добавки и ее дозировка могут оказать положительное влияние на структуру не только собственно микробиоты, но и на морфологический состав эпителиальной ткани кишечника [13, 15].

Для поддержания здоровья пищеварительного тракта птицы на протяжении ее жизни разработаны десятки методов, создано большое количество продуктов, которые сегодня применяют на птицефабриках [16].

Эффективность различных препаратов для здоровья кишечника и состава микробиоты различна и нуждается в доказательной базе.

Цели исследований — комплексно изучить кормовые добавки из групп сорбентов, пребиотиков, пробиотиков, фитобиотиков и ферментов на состав микробиоты и сделать заключение о целесообразности их применения для увеличения продолжительности продуктивного цикла кур-несушек.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

В 2022–2024 годах авторами были проведены две серии экспериментов на несушках по применению различных кормовых добавок и оценена их способность улучшить состав микробиоты слепых отростков кишечника и продолжительность продуктивного цикла.

Исследования проведены в виварии и международной лаборатории молекулярной генетики и геномики птицы Московской государственной академии ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина (МГАВМиБ), на ООО «Птицефабрика «Линдовская» — племенной завод» (ПФ «Линдовская») (Нижегородская обл., Россия).

В первом опыте одна группа птиц получала с кормом пребиотик «Ветелакт», а другая — сорбент «Мустала», птица контрольной группы получала кладковый корм ПК-1, соответствующий по питательности рекомендациям для кур яичного направления¹.

Во втором опыте были сформированы три опытные группы и одна контрольная. Птица опытных групп, кроме кладкового корма, получала следующие добавки: 1-я группа — пробиотик «Профорт», 2-я группа — фитобиотик «Интебио», 3-я группа — добавку фитазы «Фидбест Р».

Птица контрольных и опытных групп была подобрана по принципу пар-аналогов и имела сходные продуктивные показатели на начало исследований. В первом и втором опытах в каждой группе было по 30 голов кур-несушек. В первом опыте исследования проводились на курах-несушках кросса «Ломанн ЛСЛ» (Lohmann Breeders GmbH), а во втором — кросса «Хайсекс коричневый» (Hendrix Genetics BV).

Общая схема исследований, возраст птицы и дозировка препаратов приведены в таблице 1.

По окончании опыта по 5 голов птицы из каждой группы были подвержены быстрой и безболезненной эвтаназии, не сопровождающейся чувством тревоги и страха в соответствии с требованиями «Позиции по этике использования животных в исследованиях, выполняемых при поддержке Российского научного фонда»². После чего были взяты образцы содержимого слепых отростков кишечника.

Добавки, которые были использованы в экспериментах:

- адсорбент «Мустала» на основе минерала шунгит (ООО «Надвоицкий завод ТДМ» Purecarelia, Россия),
- пребиотик «Ветелакт» (ООО «НВЦ Агроветзащита», Россия),
- пробиотик «Профорт» (ООО «Биотроф», Россия),
- фитобиотик «Интебио» (ООО «Биотроф», Россия),
- ферментный препарат «Фидбест Р», содержащий фитазу (ПО «Сиббиофарм», Россия).

Срок скормливания добавок — 4 недели.

Содержимое слепых отростков при отборе проб помещали в стерильные пробирки типа Эппендорф объемом 2 мл и хранили при температуре -20 °С.

Выделение ДНК проводили на автоматизированной системе выделения ДНК, РНК и белков QIAcube connect (Qiagen, Германия).

Таблица 1. Общая схема исследований влияния кормовых добавок на микробиоту слепых отростков кишечника кур-несушек

Table 1. General scheme of the study of the effect of feed additives on the microbiota of the caecum of laying hens

№ опыта, группа	Препарат, дозировка	Место проведения	Возраст птицы, нед.	Вид добавки
1-й, контрольная	Корм кладковый ПК-1	виварий МГАВМиБ	40–44	без добавок
1-й, 1-я опытная	«Ветелакт» 0,1 мл на 1 кг живой массы	виварий МГАВМиБ	40–44	пребиотик
1-й, 2-я опытная	«Мустала» 10 г на 1 кг корма	виварий МГАВМиБ	40–44	адсорбент
2-й, контрольная	корм кладковый ПК-1	виварий МГАВМиБ	36–40	без добавок
2-й, 1-я опытная	«Профорт» 0,1 г на 1 кг корма	виварий МГАВМиБ	36–40	пробиотик
2-й, 2-я опытная	«Интебио» 0,1 г на 1 кг корма	виварий МГАВМиБ	36–40	фитобиотик
2-й, 3-я опытная	«Фидбест Р» 0,1 г на 1 кг корма	виварий МГАВМиБ	36–40	фермент
Производственные испытания	«Ветелакт» 0,1 мл на 1 кг живой массы	ПФ «Линдовская»	54–59	пребиотик

Качество выделенной микробной ДНК оценивали с использованием электрофореза в 2%-ном агарозном геле с добавлением бромистого этидиума (5–3 мкл) в камере Mini-Sub Cell GT (Bio-Rad, США) с TBE-буфером (Thermo Fisher, США).

В качестве маркера молекулярной массы служил бромфеноловый синий для ДНК (Thermo Fisher, США) в соотношении с образцом 1:1 (5 мкл образца к 5 мкл красителя) в режиме 220 В, 35 мин.

Гель просматривали на транслюминаторе TCP-20.MC (Vilber, Франция) и с использованием геледокументирующего оборудования Gel Doc™ EZ System (Bio-Rad, США), определяли количество ДНК на флуориметре Qubit 3.0 (Thermo Fisher, США). Секвенирование по протоколу 16s Metagenomic проводили на приборе Ion GeneStudio S5 System (Thermo Fisher Scientific, США).

Биоинформатический анализ данных выполняли с использованием сетевого продукта Ion Reporter™ Software (ThermoFisher, США) и программного обеспечения QIIME2 ver. 2022.2 (National Cancer Institute Informatics Technology for Cancer Research, США).

Последовательности фильтровали по качеству с использованием параметров настроек по умолчанию. Фильтрацию шумовых последовательностей проводили с помощью встроенного в пакет QIIME2 методом DADA2, включающим информацию о качестве в свою модель ошибок, что делает алгоритм устойчивым к последовательности более низкого качества, при этом использовали максимальную длину последовательности обрезки, равную 250 п. н.

Для назначения таксономии применяли базу данных Silva138.¹³

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Результаты исследований влияния на состав микробиоты сорбента и пребиотика приведены в таблице 2.

Сорбент «Мустала» на основе минеральной добавки шунгит имеет в своем составе фуллереноподобный углерод, который способен связывать и выводить из организма токсины и продукты обмена патогенных микроорганизмов.

При применении сорбента отмечено существенное и достоверное снижение лактобактерий более чем в 2 раза ($p < 0,05$) по сравнению с контролем. При

¹ И.А. Егоров, В.А. Манукян, Т.Н. Ленкова и др. Руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы. ВНИИП. 2019.

² Позиция по этике использования животных в исследованиях, выполняемых при поддержке Российского научного фонда. 2022; 5. https://rscf.ru/fondfiles/PotE_rus.pdf

³ <https://www.arb-silva.de/documentation/release-1381/>

этом установлен рост нежелательных микроорганизмов порядка *Clostridiales* и *Enterobacteriales*. Особенно у последних отмечен рост (более чем в 6,5 раз) ($p < 0,05$).

На взгляд авторов, сорбирующие свойства препарата «Мустала» привели к сорбции части витаминов и, таким образом, к сокращению численности лакто- и бифидобактерий в слепых отростках.

В данном исследовании применялись стандартные корма, не зараженные избыточным содержанием микотоксинов. Возможно, при сорбции микотоксинов витамины и прочие вещества остаются в корме в неизменном составе.

При применении пребиотической добавки «Ветелакт» на курах в условиях вивария достоверно возросло содержание филума *Actinobacteria* в 1,5 раза ($p < 0,05$), снизились многие группы патогенных и нежелательных микроорганизмов при общем увеличении положительной микрофлоры.

В промышленных условиях птицефабрики ООО «Птицефабрика «Линдовская» — племенной завод» Нижегородской области у птицы опытной группы после применения пребиотика «Ветелакт» численность бактерий филума *Actinobacteria* увеличилась в 2,5 раза ($p < 0,05$), в том числе представителей порядка *Bifidobacteriales* — в 1,8 раза ($p < 0,05$). Увеличилась численность микроорганизмов филума *Bacteroidetes* — на 32% ($p < 0,05$). Было отмечено достоверное увеличение лактобактерий — на 27% ($p < 0,05$). Уровень патогенных микроорганизмов в среднем снизился на 24% [17].

В таблице 3 приведены результаты исследований включения в корм пробиотической добавки «Профорт», фитобиотика «Интебио» и ферментного препарата «Фидбест Р».

Как следует из результатов, пробиотическая добавка оказала значительный эффект на рост лактобактерий, их содержание увеличилось более чем в 2,5 раза ($p < 0,05$), за счет этого патогенные микроорганизмы, такие как бактерии филума *Synergistetes* и *Tenericutes*, снизились в 1,5 и 3,5 раза соответственно.

Таблица 2. Показатели микробиоты содержимого слепых отростков несушек при применении пребиотика и сорбента (n = 5)

Table 2. Composition of the microbiota of the cecum contents of laying hens using a prebiotic and sorbent (n = 5)

Показатель	Контроль	Пребиотик «Ветелакт»	Разница к контролю, %	Сорбент «Мустала»	Разница к контролю, %
Филум <i>Actinobacteria</i> , в т. ч.:	0,08 ± 0,025	0,12 ± 0,10	+50,0*	0,067 ± 0,003	-16,3*
Род <i>Bifidobacteriales</i>	0,07 ± 0,02	0,10 ± 0,09	+42,9	0,057 ± 0,003	-18,6*
Филум <i>Bacteroidetes</i>	32,01 ± 2,17	27,1 ± 1,83	-15,3	38,73 ± 3,95	+21,0
Филум <i>Firmicutes</i> , в т. ч.:	52,39 ± 2,41	54,97 ± 2,68	+4,9	40,9 ± 5,90	-21,9*
семейство <i>Lactobacillaceae</i>	32,21 ± 3,75	36,92 ± 4,49	+14,6	13,57 ± 8,52	-57,9*
семейство <i>Clostridiaceae</i>	13,31 ± 5,28	16,05 ± 2,27	+20,6	24,14 ± 5,87	+81,4*
семейство <i>Ruminococcaceae</i>	5,86 ± 0,95	4,78 ± 0,60	-18,4	0,37 ± 0,06	-93,7*
Род <i>Selenomonadales</i>	0,12 ± 0,02	0,14 ± 0,03	+16,7	0,17 ± 0,06	+41,6
Некультивируемые	0,23 ± 0,12	0,017 ± 0,009	-92,6*	0,14 ± 0,06	-39,1
Филум <i>Proteobacteria</i>	15,20 ± 2,31	17,71 ± 1,06	+16,5	19,94 ± 2,36	+31,2
Род <i>Enterodacteriaceae</i>	0,75 ± 0,17	0,35 ± 0,09	-53,3*	5,90 ± 3,64	+686,7*
Филум <i>Synergistetes</i>	0,03 ± 0,01	0,047 ± 0,01	+56,7	0,07 ± 0,02	+133,3*
Филум <i>Tenericutes</i>	0,057 ± 0,04	0,04 ± 0,015	-29,8	0,17 ± 0,08	+198,2*
Семейство <i>Mycoplasmataceae</i>	0,037 ± 0,032	0,003 ± 0,001	-91,9*	0,027 ± 0,007	-27,0
Филум <i>Spirochaetes</i>	0,007 ± 0,003	0,003 ± 0,001	-57,1	0,013 ± 0,002	+85,7*
Патогены и нежелательные м/о	0,88 ± 0,09	0,44 ± 0,07	-50,0*	6,18 ± 3,55	+602,3*

Примечание: * здесь и далее различия с контролем достоверны при $p < 0,05$.

Несмотря на сообщения отдельных авторов об относительно низкой эффективности пробиотиков на курах-несушках, в данных исследованиях разница была достоверной. Рост бактерий рода *Bifidobacteriales* при применении пребиотика «Профорт» не наблюдался. Однако для переваривания отдельных углеводов бактерии этого рода необходимы.

Ранее авторами проводилось исследование пробиотика «Бактосель» (бактериального пробиотика, содержащего живые молочнокислые бактерии *Pediococcus acidilactici* MA 18/5M, от компании Lallemand) в дозировке 100 г на 1 т воды на цыплятах-бройлерах. В результате было отмечено увеличение бифидобактерий более чем в 6 раз, получены достоверные различия с контрольной группой [18]. Возможно, комбинированное применение двух пробиотиков даст желаемое увеличение микроорганизмов, необходимых для расщепления питательных веществ корма.

Фитобиотики — препараты, содержащие растительные экстракты. Как правило, предназначены для стимуляции резервов организма в борьбе с возбудителями заболеваний. «Интебио» от компании «Биотроф» содержит смесь натуральных эфирных масел. Применение

Таблица 3. Показатели микробиоты содержимого слепых отростков несушек при применении пробиотика «Профорт», фитобиотика «Интебио» и фермента «Фидбест Р» (n = 5)

Table 3. Composition of the microbiota of the cecum contents of laying hens when using the probiotic «Profort», the phytobiotic «Intebio» and the enzyme «Fidbest R» (n = 5)

Показатель	Контроль	Пробиотик «Профорт»	Разница к контролю, %	Фитобиотик «Интебио»	Разница к контролю, %	Фермент «Фидбест Р»	Разница к контролю, %
Филум <i>Actinobacteria</i> , в т. ч.:	0,56 ± 0,13	0,08 ± 0,07	-85,8*	2,39 ± 0,32	+326,8*	0,27 ± 0,13	-51,7
род <i>Bifidobacteriales</i>	0,15 ± 0,07	0,11 ± 0,08	-25,0	0,94 ± 0,13	+526,7*	0,02 ± 0,01	-86,7
Филум <i>Bacteroidetes</i>	38,31 ± 2,06	43,99 ± 5,32	+14,8	33,93 ± 4,59	-11,4	37,91 ± 3,93	-1,0
Филум <i>Firmicutes</i> , в т. ч.:	30,99 ± 2,55	40,95 ± 3,86	+32,1*	25,22 ± 3,41	-18,6*	47,6 ± 6,21	+53,6*
род <i>Lactobacillales</i>	1,11 ± 0,43	2,79 ± 0,9	+152*	1,7 ± 0,23	+53,2	5,62 ± 0,87	+406,3*
род <i>Clostridiales</i>	16,89 ± 3,16	25,83 ± 2,66	+52,9*	25,28 ± 3,42	+49,7*	33,1 ± 6	+96,6*
Семейство <i>Ruminococcaceae</i>	7,15 ± 2,37	10,03 ± 1,51	+40,3	9,17 ± 1,24	+28,3	10,49 ± 1,18	+46,7*
Род <i>Selenomonadales</i>	1,41 ± 0,96	0,55 ± 0,39	-61,0	0,57 ± 0,08	-59,6	2,28 ± 0,65	+61,7
Филум <i>Fusobacteria</i>	0,22 ± 0,02	0,03 ± 0,01	-86,4*	3,21 ± 0,43	+1359*	1,11 ± 1,38	+404,5*
Филум <i>Proteobacteria</i> , в т. ч.:	27,05 ± 1,56	13,13 ± 3,49	-51,5*	33,5 ± 4,53	23,8	12,1 ± 3,57	-55,2
семейство <i>Enterobacteriaceae</i>	19,58 ± 0,41	1,35 ± 0,86	-93,1*	9,87 ± 1,24	-49,6	2,62 ± 1,02	-86,6*
Филум <i>Synergistetes</i>	2,09 ± 0,33	1,36 ± 0,91	-34,9	0,38 ± 0,05	-81,8*	0,43 ± 0,24	-79,4*
Филум <i>Tenericutes</i>	0,78 ± 0,36	0,21 ± 0,05	-73,1*	0,57 ± 0,08	-26,9	0,52 ± 0,44	-33,3
Семейство <i>Mycoplasmataceae</i>	0,58 ± 0,03	0,32 ± 0,1	-44,8*	0,09 ± 0,01	-84,5	0,34 ± 0,45	-31,0

добавки «Интебио» у несушек привело к увеличению лакто- и бифидобактерий в содержимом слепых отростков в 1,5 и 6 раз соответственно ($p < 0,05$), в 14 раз ($p < 0,05$) возросло число фузобактерий, которые относятся к нормофлоре.

Численность патогенных микроорганизмов, напротив, сократилась по филуму *Synergistetes* в 5,5 раз ($p < 0,05$), а по филуму *Tenericutes* — в 1,4 раза. Таким образом, фитобиотик показал однозначный положительный эффект как на состав микрофлоры, так и на здоровье кишечника.

Применение фермента «Фидбест Р» осуществлялось с целью улучшить усвоение фосфора в корме, однако исследования показали, что у птицы достоверно возросло число лактобактерий в 4 раза ($p < 0,05$), целлюлозолитических бактерий (семейство *Ruminococcaceae*) — в 1,5 раза ($p < 0,05$). Число патогенных микроорганизмов сократилось по всем филумам.

Таким образом, применение фитобиотика и ферментного препарата оказало наибольшее влияние на микробный профиль содержимого слепых отростков несушек за счет роста микроорганизмов, отвечающих за расщепление ингредиентов корма и снижение патогенных и нежелательных микроорганизмов.

Выводы/Conclusions

Проведенные исследования показали эффективность применения различных биологически активных добавок в кормлении кур-несушек.

Пробиотическая добавка оказала значительный эффект на рост количества лактобактерий, их содержание

увеличилось более чем в 2,5 раза, за счет этого патогенные микроорганизмы снизились.

При применении пребиотической добавки «Ветелакт» возросло содержание филума *Actinobacteria* в 1,5 раза, снизились многие группы патогенных и нежелательных микроорганизмов при общем увеличении положительной микрофлоры.

Применение фитобиотической добавки «Интебио» у кур-несушек привело к достоверному увеличению лакто- и бифидобактерий в содержимом слепых отростков, при этом число патогенных микроорганизмов сократилось по филуму *Synergistetes* в 5,5 раз, а по филуму *Tenericutes* — в 1,4 раза.

Добавка фермента «Фидбест Р» привела к увеличению числа лактобактерий в 4 раза, целлюлозолитических бактерий (семейство *Ruminococcaceae*) — в 1,5 раза.

Применение сорбента на основе минерала шунгит оказало неоднозначное влияние. Так, отмечено существенное и достоверное снижение лактобактерий более чем в 2 раза по сравнению с контролем, а патогенные микроорганизмы увеличили свою численность в 7 раз.

Для увеличения продолжительности продуктивного цикла кур-несушек, на взгляд авторов, наиболее актуальным является сдерживание роста патогенных микроорганизмов (с этой задачей лучше справляются фитобиотики и пребиотики в кормах).

Рекомендуется с целью улучшения показателей здоровья кишечника и жизнеспособности кур яичного направления применять фитобиотик «Интебио» из расчета 0,1 г на 1 кг корма и пребиотик «Ветелакт» в дозировке 0,1 мл на 1 кг живой массы.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках гранта «Здоровье и продуктивное долголетие кур-несушек промышленных кроссов: молекулярно-генетические иммунологические аспекты» от 16.05.2022 № 22-16-00009.

FUNDING

The research was carried out within the framework of the grant "Health and productive longevity of laying hens of industrial crosses: molecular genetic and immunological aspects" dated 05/16/2022 No. 22-16-00009.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Йылдырым Е.А. и др. Микробиом кур: современный взгляд. *Птицеводство*. 2019; (1): 43–49. <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2019-68-1-43-49>
2. Сурай П.Ф., Кочиш И.И., Фисинин В.И., Грозина А.А., Шацких Е.В. Молекулярные механизмы поддержания здоровья кишечника птицы: роль микробиоты. М.: *Сельскохозяйственные технологии*. 2018; 344. ISBN 978-5-6040265-8-8 <https://elibrary.ru/yufgih>
3. Лебедева И.А., Новикова М.В., Вершинина И.Ю. Пробиотики для птицеводства и животноводства — эволюционно-биологическая необходимость. *Аграрная наука*. 2022; (7–8): 102–104. <https://elibrary.ru/ttmzyi>
4. Song B. et al. Comparison and Correlation Analysis of Immune Function and Gut Microbiota of Broiler Chickens Raised in Double-Layer Cages and Litter Floor Pens. *Microbiology Spectrum*. 2022; 10(4): e00045-22. <https://doi.org/10.1128/spectrum.00045-22>
5. Pandit R.J. et al. Microbial diversity and community composition of caecal microbiota in commercial and indigenous Indian chickens determined using 16S rDNA amplicon sequencing. *Microbiome*. 2018; 6: 115. <https://doi.org/10.1186/s40168-018-0501-9>
6. Khan S., Moore R.J., Stanley D., Chousalkar K.K. The Gut Microbiota of Laying Hens and Its Manipulation with Prebiotics and Probiotics To Enhance Gut Health and Food Safety. *Applied and Environmental Microbiology*. 2020; 86(13): e00600-20. <https://doi.org/10.1128/AEM.00600-20>
7. Астраханцев А.А., Леконцева Н.А., Наумова В.В. Яичная продуктивность кур-несушек различных кроссов. *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020; (2): 206–210. <https://elibrary.ru/lefhzb>
8. Бугаров В.С., Ройтер Я.С., Кавтарашвили А.Ш., Червонова И.В., Бугаров А.В. Оценка племенных качеств сельскохозяйственной птицы яичного направления продуктивности (обзор). *Вестник аграрной науки*. 2019; (4): 46–55. <https://doi.org/10.15217/issn2587-666X.2019.4.46>

REFERENCES

1. Yildirim E.A. et al. Chicken microbiome: modern concepts. *Ptitsevodstvo*. 2019; (1): 43–49 (in Russian). <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2019-68-1-43-49>
2. Suray P.F., Kochish I.I., Fisinin V.I., Grozina A.A., Shatskikh E.V. Molecular mechanisms of maintaining intestinal health in poultry: the role of microbiota. Moscow: *Sel'skokhozyaystvennyye tekhnologii*. 2018; 344 (in Russian). ISBN 978-5-6040265-8-8 <https://elibrary.ru/yufgih>
3. Lebedeva I.A., Novikova M.V., Vershinina I.Yu. Probiotics for poultry and animal husbandry are an evolutionary and biological necessity. *Agrarian science*. 2022; (7–8): 102–104 (in Russian). <https://elibrary.ru/ttmzyi>
4. Song B. et al. Comparison and Correlation Analysis of Immune Function and Gut Microbiota of Broiler Chickens Raised in Double-Layer Cages and Litter Floor Pens. *Microbiology Spectrum*. 2022; 10(4): e00045-22. <https://doi.org/10.1128/spectrum.00045-22>
5. Pandit R.J. et al. Microbial diversity and community composition of caecal microbiota in commercial and indigenous Indian chickens determined using 16S rDNA amplicon sequencing. *Microbiome*. 2018; 6: 115. <https://doi.org/10.1186/s40168-018-0501-9>
6. Khan S., Moore R.J., Stanley D., Chousalkar K.K. The Gut Microbiota of Laying Hens and Its Manipulation with Prebiotics and Probiotics To Enhance Gut Health and Food Safety. *Applied and Environmental Microbiology*. 2020; 86(13): e00600-20. <https://doi.org/10.1128/AEM.00600-20>
7. Astrakhtantsev A.A., Lekontseva N.A., Naumova V.V. Egg productivity of laying hens of various crosses. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2020; (2): 206–210 (in Russian). <https://elibrary.ru/lefhzb>
8. Buyarov V.S., Roiter Ya.S., Kavtarashvili A.Sh., Chervonova I.V., Buyarov A.V. Assessment of breeding qualities of agricultural poultry of egg direction productivity (review). *Bulletin of agrarian science*. 2019; (4): 46–55 (in Russian). <https://doi.org/10.15217/issn2587-666X.2019.4.46>

9. Кочиш И.И., Мясникова О.В., Никонов И.Н., Сурай П.Ф. Здоровый кишечник — основа продления продуктивного долголетия кур. М.: *Сельскохозяйственные технологии*. 2022; 248. ISBN 978-5-6049230-9-2
https://doi.org/10.18720/SPBPU/2/z23-8

10. Фисинин В.И. и др. Изменение бактериального сообщества в желудочно-кишечном тракте кур в онтогенезе. *Сельскохозяйственная биология*. 2016; 51(6): 883–890
https://doi.org/10.15389/agrobiology.2016.6.883rus

11. Куванов Т.К., Пименов Н.В., Кореньюга М.В., Найденов Д.А. Иммунотропное действие кормовых добавок на основе метапробиотика и фитобиотика в обеспечении специфического иммунитета цыплят-бройлеров. *Аграрная наука*. 2024; (7): 49–54.
https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-384-7-49-54

12. Грозина А.А. Состав микрофлоры желудочно-кишечного тракта у цыплят-бройлеров при воздействии пробиотика и антибиотика (по данным T-RFLP RT-PCR). *Сельскохозяйственная биология*. 2014; 49(6): 46–58.
https://doi.org/10.15389/agrobiology.2014.6.46rus

13. Тюрина Д.Г. и др. Развитие антибиотикорезистентности микроорганизмов у цыплят-бройлеров под влиянием ветеринарных антибиотиков и пробиотика. *Аграрная наука*. 2024; (3): 85–91.
https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-85-91

14. Gilroy R. et al. Extensive microbial diversity within the chicken gut microbiome revealed by metagenomics and culture. *PeerJ*. 2021; 9: e10941.
https://doi.org/10.7717/peerj.10941

15. Smirnov A., Perez R., Amit-Romach E., Sklan D., Uni Z. Mucin Dynamics and Microbial Populations in Chicken Small Intestine Are Changed by Dietary Probiotic and Antibiotic Growth Promoter Supplementation. *The Journal of Nutrition*. 2005; 135(2): 187–192.
https://doi.org/10.1093/jn/135.2.187

16. Pineda-Quiroga C. et al. Microbial and Functional Profile of the Ceca from Laying Hens Affected by Feeding Prebiotics, Probiotics, and Synbiotics. *Microorganisms*. 2019; 7(5): 123.
https://doi.org/10.3390/microorganisms7050123

17. Кочиш И.И., Романов М.Н., Полябин С.В., Мясникова О.В., Кореньюга М.В., Мотин М.С. Влияние пребиотика «Ветелакт» на микробиоту кишечника кур родительского стада. *Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии*. 2021; (2): 152–156.
https://doi.org/10.36871/vet.san.hyg.ecol.202102008

18. Кочиш И.И., Мясникова О.В., Никонов И.Н., Худяков А.А. От науки к практике: рациональный подход к контролю микрофлоры кишечника птицы. *Птицеводство*. 2023; (1): 39–42.
https://doi.org/10.33845/0033-3239-2023-72-1-39-42

9. Kochish I.I., Myasnikova O.V., Nikonov I.N., Suray P.F. Healthy intestines are the basis for extending the productive longevity of chickens. Moscow: *Selskookhozyaystvennyye tekhnologii*. 2022; 248 (in Russian). ISBN 978-5-6049230-9-2
https://doi.org/10.18720/SPBPU/2/z23-8

10. Fisnin V.I. et al. Poultry gastrointestinal microbiome changes during ontogenesis. *Agricultural Biology*. 2016; 51(6): 883–890
https://doi.org/10.15389/agrobiology.2016.6.883eng

11. Kuvanov T.K., Pimenov N.V., Korenyuga M.V., Naydenov D.A. Immunotropic effect of feed additives based on metaprobiotics and phytobiotics in providing specific immunity in broiler chickens. *Agrarian science*. 2024; (7): 49–54 (in Russian).
https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-384-7-49-54

12. Grozina A.A. Gut microbiota of broiler chickens influenced by probiotics and antibiotics as revealed by T-RFLP and RT-PCR. *Agricultural Biology*. 2014; 49(6): 46–58.
https://doi.org/10.15389/agrobiology.2014.6.46eng

13. Tyurina D.G. et al. The development of antimicrobial resistance in broilers affected by veterinary antimicrobials and a probiotic administration. *Agrarian science*. 2024; (3): 85–91 (in Russian).
https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-85-91

14. Gilroy R. et al. Extensive microbial diversity within the chicken gut microbiome revealed by metagenomics and culture. *PeerJ*. 2021; 9: e10941.
https://doi.org/10.7717/peerj.10941

15. Smirnov A., Perez R., Amit-Romach E., Sklan D., Uni Z. Mucin Dynamics and Microbial Populations in Chicken Small Intestine Are Changed by Dietary Probiotic and Antibiotic Growth Promoter Supplementation. *The Journal of Nutrition*. 2005; 135(2): 187–192.
https://doi.org/10.1093/jn/135.2.187

16. Pineda-Quiroga C. et al. Microbial and Functional Profile of the Ceca from Laying Hens Affected by Feeding Prebiotics, Probiotics, and Synbiotics. *Microorganisms*. 2019; 7(5): 123.
https://doi.org/10.3390/microorganisms7050123

17. Kochish I.I., Romanov M.N., Pozyabin S.V., Myasnikova O.V., Korenyuga M.V., Motin M.S. The effect of the prebiotic “Vetelact” on the gut microbiota of chickens of the parent herd. *Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology*. 2021; (2): 152–156 (in Russian).
https://doi.org/10.36871/vet.san.hyg.ecol.202102008

18. Kochish I.I., Myasnikova O.V., Nikonov I.N., Khudyakov A.A. From science to practice: reasonable approach to correction of intestinal microbiota in poultry. *Ptitsevodstvo*. 2023; (1): 39–42 (in Russian).
https://doi.org/10.33845/0033-3239-2023-72-1-39-42

ОБ АВТОРАХ

Иван Иванович Кочиш

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик
Российской академии наук
kochish.i@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-8502-6052

Ольга Вячеславовна Мясникова

кандидат сельскохозяйственных наук
Omyasnikova71@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-9869-0876

Матвей Сергеевич Мотин

аспирант
krox1710@gmail.com
https://orcid.org/0009-0000-1767-2485

Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина,
ул. Академика Скрябина, 23, Москва, 109472, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Ivan Ivanovich Kochish

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the
Russian Academy of Sciences
kochish.i@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-8502-6052

Olga Vyacheslavovna Myasnikova

Candidate of Agricultural Sciences
Omyasnikova71@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-9869-0876

Matvey Sergeevich Motin

Graduate Student
krox1710@gmail.com
https://orcid.org/0009-0000-1767-2485

Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology —
MVA named after K.I. Skryabin,
23 Academic Skryabin Str., Moscow, 109472, Russia