

ISSN 1817-7204(Print)

ISSN 1817-7239(Online)

УДК 636.52/.58.087.8

<https://doi.org/10.29235/1817-7204-2021-59-1-90-101>

Поступила в редакцию 20.03.2020

Received 20.03.2020

З. Л. Федорова¹, О. Ю. Перинек¹, Л. А. Ильина²

¹*Всероссийский научно-исследовательский институт генетики сельскохозяйственных животных – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста», Санкт-Петербург, Россия*
²*ООО «Биотроф», Санкт-Петербург, Россия*

ВЛИЯНИЕ ТРАВЯНОЙ МУКИ И ПРОБИОТИКА В РАЦИОНЕ КУР ГЕНОФОНДНЫХ ПОРОД НА МИКРОБИОМ КИШЕЧНИКА, ЖИРООТЛОЖЕНИЕ И ФОЛЛИКУЛОГЕНЕЗ

Аннотация: Пробиотики используют в птицеводстве для профилактики и лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта инфекционной природы, стимуляции иммунитета, коррекции дисбактериозов пищеварительного тракта, для замены антибиотиков в комбикормах. Повышение уровня клетчатки в рационе кур рассматривается как одна из стратегий питания, задачей, которой является также снижение частоты возникновения проблем в желудочно-кишечном тракте. Цель работы – изучение влияния добавок в рационе кур в виде травяной муки и пробиотика на микробиоту кишечника, жиросотложение и фолликулогенез. Опыт проводился на курах мясо-яичного типа, пород амрокс и суссекс. С 18-недельного возраста, в течение 12 недель, курам контрольных групп скармливался хозяйственный рацион, I опытной группе 10 % основного рациона заменили люцерновой травяной мукой, а II опытной группе 10 % рациона заменили травяной мукой с добавлением ферментного препарата «Целлобактерин-Т», произведенного в компании ООО «Биотроф». Скармливание травяной муки совместно с пробиотиком положительно повлияло на обменные процессы организма, что нашло отражение в количестве абдоминального жира в тушке. Снижение жира превысило 20 % у птиц опытных групп. Выявлено, что количество зреющих фолликулов в яичниках кур из опытных групп было выше на 25-64 %, что говорит о положительном влиянии экспериментального рациона на потенциальную яйценоскость. Анализ содержимого слепых отростков пищеварительного тракта кур с применением современного молекулярно-генетического метода T-RFLP показал, что использование травяной муки в рационе кур совместно с пробиотиком Целлобактерин-Т способствовало формированию полезной микрофлоры, а также к снижению численности нежелательных актиномицетов и патогенных микоплазм в желудочно-кишечном тракте кур. **Благодарности.** Работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ им. Академика Эрнста» (тема ААА-А-А18-118 021 590 129-9).

Ключевые слова: птицеводство, куры, порода суссекс, порода амрокс, микрофлора кишечника, слепая кишка, травяная мука жиросотложение, фолликулогенез, пробиотик, T-RFLP, Целлобактерин-Т

Для цитирования: Федорова, З. Л. Влияние травяной муки и пробиотика в рационе кур генофондных пород на микробиом кишечника, жиросотложение и фолликулогенез / З. Л. Федорова, О. Ю. Перинек, Л. А. Ильина // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2021. – Т. 59, № 1. – С. 90–101. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2021-59-1-90-101>

Zoya L. Fedorova¹, Oksana Yu. Perinek¹, Larisa A. Ilina²

¹*Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding - Branch of the L. K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, St. Petersburg, Russia*
²*Co Ltd Biotrof, St. Petersburg, Russia*

EFFECT OF HERBAL FLOUR AND PROBIOTIC IN DIET FOR POULTRY OF GENE POOL BREEDS ON INTESTINAL MICROBIOME, FAT DEPOSITION AND FOLLICULOGENESIS

Abstract: Probiotics are used in poultry farming for prevention and treatment of infectious diseases of gastrointestinal tract, immune stimulation, correction of dysbacteriosis of digestive tract, and for replacement of antibiotics in compound feed. Increasing the fiber level in diet for poultry is considered as one of the nutrition strategies with the aim of reduction of the frequency of problems in the gastrointestinal tract as well. The purpose of research is to study the effect of grass meal and probiotic in diet for poultry on the intestinal microbiota, fat deposition and folliculogenesis. The experiment had been conducted on meat-and-egg type of hens of Amrox and Sussex breeds. From 18 weeks of age, within 12 weeks hens of the control groups were fed a normal diet, in the I experimental group 10 % of the usual diet was replaced with alfalfa grass flour, and in the II experimental group 10 % of the diet was replaced with grass flour with addition of enzyme preparation “Cellobacterin-T”, produced by Biotrof Ltd. Feeding grass meal along with probiotic positively affected the metabolic processes in body, so the amount of abdominal fat in carcass decreased. Fat reduction exceeded 20 % in poultry of experimental groups. It has been also determined that the number

of maturing follicles in the ovaries of hens in experimental groups was 25–64 % higher, which indicates a positive effect of the experimental diet on potential egg production. Analysis of cecum contents in digestive tract of hens using the modern molecular genetic method T-RFLP showed that use of grass meal in diet for poultry along with Cellobacterin-T probiotic contributed to formation of useful microflora, as well as to decrease in the number of undesirable actinomycetes and pathogenic mycoplasmas in gastrointestinal tract of hens. **Acknowledgments.** The research was carried out as part of State program of FSBRI “Federal Research Center for Livestock – VIZH n.a. Academy Member Ernst” (topic AAA-A-A18-118021590129-9).

Keywords: poultry breeding, hens, sussex breed, amrox breed, intestinal microflora, cecum, grass meal, fat deposition, folliculogenesis, probiotic, T-RFLP, Cellobacterin-T

For citation: Fedorova Z. L., Perinek O. Yu., Ilina L. A. Effect of herbal flour and probiotic in diet for poultry of gene pool breeds on intestinal microbiome, fat deposition and folliculogenesis. *Vestsi Natsyonal'nay akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2021, vol. 59, no 1, pp. 90-101 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2021-59-1-90-101>

Введение. Запрет на использование кормовых антибиотиков как в Европейском союзе, так и в России подталкивает производителей к разработке такого питания, которое было бы направлено на стимуляцию полезной микробиоты у домашней птицы [1]. Натуральные добавки, в том числе содержащие повышенный уровень клетчатки, рассматриваются как одна из стратегий питания, позволяющий уменьшить частоту возникновения проблем в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ).

Литературные данные свидетельствуют о том, что клетчатка – это важный компонент сбалансированного рациона, который может влиять на некоторые аспекты питания животных и здоровье ЖКТ [2]. Как правило, в птицеводстве клетчатку рассматривают как нечто, что разбавляет рецептуру [3], что отрицательно влияет на поедаемость корма и усвояемость питательных веществ [4]. Поэтому рационы, особенно для растущей птицы, рекомендуют составлять таким образом, чтобы они содержали менее 3 % клетчатки для поддержания нормальной физиологической функции кишечника. Включение в рацион более высокой концентрации пищевых волокон вызывает беспокойство из-за более низкого содержания питательных веществ в рационе и, как следствие, снижения энергии, идущей на продуктивность [5]. Ряд авторов [6–9] считают, что клетчатка может оказывать положительное влияние на здоровье кишечника, для более высокой сытости, снижения расклева пера и яиц. Умеренное количество клетчатки может улучшить развитие органов пищеварения, стимулировать выработку пищеварительных ферментов и повышать содержание нормальной микрофлоры кишечника, улучшать всасывание и усвояемость питательных веществ у домашних кур [10–12]. Некоторые из этих эффектов являются следствием лучшего функционирования ЖКТ. В зависимости от структуры клетчатка обладает разными свойствами и влияет на скорость пищевых масс, рН химуса в пищеварительном тракте, производство летучих жирных кислот в кишечнике [13, 14], способствует секреции муцина, который действует как защитный барьер, затрудняя доступ бактерий к слизистой оболочке кишечника и возможность прикрепиться к клеткам эпителия [15]. Существуют данные, свидетельствующие о том, что ингредиенты клетчатки (в основном некрахмальные полисахариды (NSP)) составляют важный компонент сбалансированной диеты и могут влиять на многие аспекты питания животных и здоровья кишечника, особенно у молодых животных и птиц [2, 16]. Влияние пищевых волокон на здоровье кишечника позволяет использовать их как альтернативу антибиотикам. Пребиотический эффект пищевых волокон поможет уменьшить использование антибиотиков в птицеводстве, а это уменьшит риск передачи гена «устойчивости к антибиотикам» патогенным микроорганизмам человека [17]. Кроме того, пищевые волокна используют для лечения острого инфекционного антропоозоозного заболевания, вызываемого сальмонеллами [18].

Влияние пищевой клетчатки на физиологию и продуктивность птицы зависит от характеристики рациона, источника и уровня клетчатки, от происхождения птицы, ее возраста и здоровья [12, 19, 20].

У птиц пищеварительная система по своей структуре и функции приспособлена к приему и перевариванию корма растительного происхождения. Одной из особенностей ЖКТ кур является отсутствие собственных ферментов, ответственных за расщепление клетчатки и других NSP. Вследствие этого переваривание данных веществ происходит исключительно с участием микроорганизмов, содержащихся в слепых отростках ЖКТ. Содержание наибольшего количества микроорганизмов в слепых отростках свидетельствует о том, что этот отдел пищеварительного тракта имеет особое значение в пищеварении.

Кишечник не только является основным органом для переваривания и всасывания питательных веществ, он также функционирует как первый защитный механизм для экзогенных патогенов, которые могут колонизировать и/или проникать в клетки и ткани хозяина [21]. Таким образом, все, что влияет на здоровье кишечника, несомненно, повлияет на животное в целом и, следовательно, изменит его усвоение питательных веществ и потребности. Рацион оказывает существенное влияние на иммунный статус, а значит и на общее состояние кур. Кормовая ценность клетчатки может быть увеличена путем гранулирования и уменьшения размера частиц, добавлением пробиотических препаратов.

Известно, что нормальная микрофлора кишечника оказывает воздействие на формирование иммунной системы макроорганизма, участвует в инактивации некоторых вредных продуктов распада и препятствует размножению условно-патогенных бактерий [1, 22]. Любые изменения в морфологии кишечника могут привести к подавлению всасывания питательных веществ, повышению секреции, развитию диареи, снижению устойчивости к болезням и продуктивности в целом [15]. Необходимо отметить и тот факт, что состав микрофлоры пищеварительного тракта зависит от состава рациона, его питательности, структуры, кормовых антибактериальных препаратов, пробиотиков, пребиотиков [23].

В настоящее время известно, что в ЖКТ птиц обитает многочисленное микробное сообщество, состоящее из бактерий, архей, микромицетов, простейших и вирусов. Наиболее многочисленная и разнообразная микрофлора представлена в слепых отростках кишечника. Количество микроорганизмов, представленное в слепых отростках ЖКТ здоровых птиц, достигает 10^{11} КОЕ/г [24]. Не вызывает сомнения тот факт, что обитающая в слепых отростках птиц микрофлора выполняет многочисленные функции по поддержанию гомеостаза макроорганизма, играя важную роль, в том числе в процессах переваривания кормов [25]. Слепые отростки являются основным местом, где происходят основные процессы микробиального протеолиза, расщепления целлюлозы и крахмала [1, 26] и образования летучих жирных кислот [27]. Целлюлозолитическая активность микрофлоры в слепых отростках ЖКТ кур практически не уступает таковой в рубце жвачных. В результате сбраживания моносахаридов, олиго- и полисахаридов в данном отделе ЖКТ образуется значительное количество летучих жирных кислот (ЛЖК). Известно, что синтез различных ЛЖК в слепых отростках птиц коррелирует с компонентами рациона [28]. ЛЖК, полученные в процессе брожения, всасываются и используются как источник энергии. Также ЛЖК обладают значительной антимикробной активностью в отношении патогенов ЖКТ. Кроме того, в слепых отростках ЖКТ при активном участии микроорганизмов происходит превращение мочевины и синтез 8 витаминов. Помимо этого слепые отростки ЖКТ птиц вовлечены во многие гомеостатические механизмы, такие как осморегуляция и иммунная реакция [29].

В связи с этим на протяжении последних десятилетий изучение роли микроорганизмов желудочно-кишечного тракта птицы в пищеварении и обмене веществ вызывает повышенный интерес как ученых, так и практиков-птицеводов, поскольку результаты этих исследований способствуют организации более рационального и полноценного кормления, необходимых для повышения продуктивности и улучшения состояния здоровья птиц.

В последние годы биологическая промышленность выпускает множество препаратов, которые способны прямо или косвенно влиять на микрофлору кишечника птицы и, следовательно, увеличить сохранность птицы, улучшить переваримость питательных веществ корма – это пробиотики, пребиотики, антибиотики, симбиотики, ферменты и т. д. Влияние этих препаратов на микрофлору кишечника цыплят до конца не изучено [25].

Пробиотические микроорганизмы стали активно применяться в странах Европейского союза с 2006 г. в связи с запретом на кормовые антибиотики и некоторые антибактериальные препараты. Пробиотические препараты обычно содержат живую микробную культуру, которая может быть представителем нормальной микрофлоры ЖКТ животного: лакто- и бифидобактерии, спорообразующие микроорганизмы, дрожжи и некоторые грибы. Пробиотики используют для профилактики и лечения заболеваний ЖКТ инфекционной природы, стимуляции неспецифического иммунитета, коррекции дисбактериозов пищеварительного тракта, возникающие вследствие резкого изменения состава комбикормов, при нарушениях режимов кормления и стрессах птицы, для замены антибиотиков в комбикормах для птицы [30].

В литературных источниках описываются многочисленные зоотехнические исследования различных рационов и добавок, выполненные классическими методами. Однако только с использованием современных молекулярных методов идентификации микрофлоры желудочно-кишечного тракта, в частности, T-RFLP-анализ с RT-PCR (Terminal restriction fragment length polymorphism) – молекулярно-генетический метод, основанный на анализе полиморфизма длин амплифицированных рестрикционных фрагментов ДНК микроорганизмов [31], можно определить, на представителей каких таксономических групп микроорганизмов влияет та или иная добавка. Это позволяет более широко и глубоко изучать и сравнивать микробиологические сообщества в их развитии и изменении [25]. Такие исследования позволяют максимально полно и точно определять состав микрофлоры ЖКТ птиц, оценить действие тех или иных рационов, влияющих на микрофлору кишечника. На основе полученных данных можно проводить коррекцию рационов для улучшения состояния здоровья и повышения продуктивного долголетия птиц.

Цель работы – изучение влияния добавок в рационе кур в виде травяной муки и пробиотика на микробиом кишечника, жиросложение и фолликулогенез.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились на базе центра коллективного пользования (ЦКП) «Генетическая коллекция редких и исчезающих пород кур» Института ВНИИГРЖ в 2019 г. Для исследований были взяты куры породы амрокс и суссекс 16-недельного возраста, относящиеся к мясо-яичному типу. Птиц этих пород и гибридов, полученных на основе этих пород, можно использовать в органическом птицеводстве, так как они обладают высокими адаптивными качествами. Параметры микроклимата, плотность посадки, фронт кормления и поения были идентичны для всей птицы и соответствовали нормативным требованиям технологии содержания. Кормление подопытной птицы осуществлялось полнорационным комбикормом ПК-1 Тосненского комбикормового завода в дозе 120 г/гол/сут. Комбикорм имел следующий состав: пшеница, подсолнечный шрот, кукуруза, пшеничные отруби, соевый шрот, масло подсолнечное, рыбная мука, известняковая мука, ракушка, премикс. Содержалось: сырого протеина – 17 %, сырой клетчатки – 6 %, кальция – 3,3 %, фосфора – 0,53 %.

Поголовье кур для исследований было отобрано по генетическому потенциалу (по яйценоскости и массе яйца родителей), а также по живой массе. В 16-недельном возрасте подопытная птица, в соответствии с породной принадлежностью, была распределена на 6 групп (по 3 группы от каждой породы), по принципу пар-аналогов в количестве 23 кур и 6 петухов в каждой группе. Куры всех групп содержались на глубокой подстилке в отдельных секциях. С 16-й по 18-ю неделю – подготовительный период. Опыт начали с 18-недельного возраста. Продолжительность опыта составила 12 недель. Контрольные группы кормили хозяйственным рационом (ОР). Первым опытным группам заменяли 10 % хозяйственного рациона на травяную муку, произведенную из люцерны. Травяная мука (ТМ) изготовлена в Чувашской республике, фирма ООО «Агрофирма «Велес», в виде гранул. В 1 кг ТМ (натуральной влажности) содержится: сырого протеина – 13,76 %, сырой клетчатки – 19,4 %, сырого жира – 4,78 %, обменной энергии – 2090,2 Ккал/кг, каротина – 140,6 мг/кг. Вторым опытным группам, дополнительно к травяной муке, добавлялся пробиотик. Схема опыта приведена в табл. 1.

В качестве пробиотика был использован Целлобактерин-Т, произведенный компанией ООО «Биотроф». Это биологически активная добавка, содержащая комплекс натуральных живых бактерий «*Bacillus sp*», обладающая повышенной термостабильностью, выполняющая функции кормового фермента и пробиотика. Как ферментный препарат Целлобактерин-Т повышает усвояемость корма благодаря особой организации ферментного комплекса, который эффективно воздействует на клетчатку. Как пробиотический препарат он подавляет развитие патогенных микроорганизмов и способствует формированию полезной микрофлоры в пищеварительном тракте [32].

Т а б л и ц а 1.
Схема проведения опыта
T a b l e 1. Experiment layout

Вариант опыта	Характеристика кормления
АК – контрольная группа, порода амрокс	Обычный рацион (100 %)
СК – контрольная группа, порода суссекс	
АI – I опытная группа, порода амрокс	Обычный рацион (90 %) + травяная мука (10 %)
СИ – I опытная группа, порода суссекс	
АII – II опытная группа, порода амрокс	Обычный рацион (90 %) + травяная мука (10 %) + пробиотик (1 кг/т корма)
СИI – II опытная группа, порода суссекс	

В течение всего опыта еженедельно проводили индивидуальное взвешивание всего поголовья, участвующего в эксперименте, на весах марки МК-А20. Также учитывалась ежедневная яйценоскость.

В конце опыта для контрольного убоя было отобрано 18 кур, по 3 гол. от каждой группы, со средней живой массой по группе и проведена анатомическая разделка по методике ВНИТИП¹. Были оценены внутренние органы, количество абдоминального жира в тушке, подсчитано количество зреющих фолликулов (учитывались фолликулы с диаметром 4 мм).

Во время анатомической разделки были отобраны образцы содержимого слепых отростков желудочно-кишечного тракта кур с соблюдением условий асептики. Отобранный материал был помещен в стерильную пластиковую пробирку и в специальном термоконтейнере с охлаждающими элементами доставлен в лабораторию молекулярно-генетических исследований ООО «БИОТРОФ». Во взятых образцах определяли соотношение бактерий разных групп микрофлоры, населяющей пищеварительный тракт птиц, с использованием современного молекулярно-генетического метода T-RFLP.

Результаты и их обсуждение. Добавление в рацион кур травяной муки совместно с пробиотиком по-разному повлияло на обменные процессы в организме кур двух пород. По живой массе разницы между группами не выявлено. Скармливание травяной муки положительно повлияло на обменные процессы в организме у кур породы амрокс, что нашло отражение в снижении количества абдоминального жира в тушке. Скармливание пробиотика совместно с травяной мукой не оказало большего воздействия на накопление жира, чем скармливание травяной муки без пробиотика. По сравнению с группой АК в группе АІ масса жира была ниже на 23,7 %, а в группе АІІ – на 21,7 %. В группе кур породы суссекс, наоборот, скармливание травяной муки без пробиотика не повлияло на количество абдоминального жира в тушке СК = СІ, а добавление пробиотика существенно повлияло на снижение абдоминального жира: СІІ < СК на 25,9 %, хотя и статистически не достоверно (табл. 2) из-за небольшого поголовья.

Для оценки потенциальной яйценоскости было подсчитано количество зреющих фолликулов. В результате подсчета было выявлено, что в опытных группах кур, которые получали в своем рационе и травяную муку и пробиотик, содержание зреющих фолликулов было выше, чем в двух других группах у птиц обеих пород: СІІ > СК – на 64,3 % и СІІ > СІ – на 86,5 %, АІІ > АК – на 25 % и АІІ > АІ – на 18,1 % (см. табл. 2), что указывает на положительное влияние пробиотика на потенциальную яйценоскость.

Фактическая яйценоскость кур (на начальный период яйцекладки, в возрасте 21–30 недель жизни) в исследуемых группах составила: АК – 40,5 %, АІ – 45,3, АІІ – 41,6, СК – 48,2, СІ – 48,1, СІІ – 51,4 %.

Т а б л и ц а 2. Результаты анатомической разделки кур пород амрокс и суссекс
T a b l e 2. The results anatomical cutting of Amrox and Sussex chickens

Вариант опыта	Живая масса в 210 дней, г	Масса жира в тушке, г	Количество фолликулов, >4 мм, шт.
Порода Суссекс			
СК (n = 3)	2234,7±59,2	51,43±12,5	14,0±5,7
СІ (n = 3)	2062,0±43,9	51,3±22,9	12,33±3,3
СІІ (n = 3)	2200,0±25,7	38,1±7,8	23,0±8,9
Порода Амрокс			
АК (n = 3)	2119,3±11,0	75,5±6,2	12,0±3,0
АІ (n = 3)	2100,7±14,2	57,6±9,2	12,7±4,7
АІІ (n = 3)	2114,0±32,3	59,1±14,9	15,0±4,3

Несовпадение фактической и потенциальной яйценоскости можно объяснить тем, что на различных этапах вителлогенеза задействованы разные биологические механизмы, подверженные влиянию паратипических факторов. Под влиянием этих факторов генетический потенциал по продуктивности у кур, вероятно, не был полностью реализован.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что включение в рацион травяной муки из люцерны и пробиотика Целлобактерин-Т положительно, но не в равной степени, повлияло на эффективное усвоение питательных веществ корма, что напрямую отразилось как на количестве растущих фол-

¹ Методика проведения анатомической разделки тушек, органолептической оценки качества мяса и яиц сельскохозяйственной птицы и морфологии яиц / Всерос. науч.-исслед. и технол. ин-т птицеводства Россельхозакад. ; ред. В. С. Лукашенко ; сост.: В. С. Лукашенко [и др.]. Сергиев Посад : [б. и.], 2013. 35 с.

ликулов в яйчниках кур обеих пород, так и на фактической яйценоскости и жиrootложении у кур породы суссекс.

На базе ООО «БИОТРОФ» с использованием современного молекулярно-генетического метода T-RFLP определено соотношение разных групп микрофлоры, населяющей слепые отростки ЖКТ кур (рис. 1–3).

Анализ полученных данных показал, что количество нормофлоры, содержащееся в слепых отростках кур, от 55,98 до 67,74 %, причем различия по содержанию нормофлоры в опытных и контрольных группах не прослеживалось, а вот при сравнении двух пород отличия имелись, хотя и небольшие – у кур породы амрокс количество нормофлоры было выше, чем у кур породы суссекс, на 11,1 %.

В слепых отростках пищеварительного тракта кур в наибольшем количестве присутствовали целлюлозолитические микроорганизмы – они составили около 40 % от всего сообщества. Поскольку у птиц практически отсутствуют собственные пищеварительные ферменты для расщепления целлюлозы и других некрахмалистых полисахаридов, роль данных микроорганизмов в пищеварении цыплят-бройлеров трудно переоценить. В исследуемых группах по содержанию целлюлозолитиков статистически достоверных отличий не выявлено.

Пробиотики – это биологически активная добавка, содержащая живые микробные культуры, которые при поедании птицей проявляют пробиотическую активность, выполняя функции кормового фермента и пробиотика. Пробиотическая активность устанавливается путем определения численности молочно-кислых бактерий в желудочно-кишечном тракте птицы [33]. В ходе опыта нами было изучено содержание лактобацилл в слепых отростках кур и получены неоднозначные данные. Исследования показали, что содержание лактобацилл у кур породы амрокс в группе АII превысило контроль на 91,08 % ($P < 0,05$), АII > АI – на 54,2 %, а у кур породы суссекс количество лактобацилл в опытных группах СI и СII было ниже по сравнению с группой СК, но различия были недостоверны.

Дальние родственники молочно-кислых бактерий – это бифидобактерии. Бифидобактерии обладают антимикробной активностью в отношении патогенных микроорганизмов и тем самым положительно влияют на защитные свойства организма. Совместно с другими полезными кишечными микроорганизмами они активно влияют на пищеварение, так как способствуют ферментативному перевариванию пищи (усиливают гидролиз белков, сбраживание углеводов, омыление жиров, расщепление клетчатки), повышают неспецифическую резистентность организма. Бифидобактерии предупреждают развитие дисбактериоза. В процессе их жизнедеятельности образуются витамины В₁, В₂ и К, а также молочная и уксусная кислоты. Кислая среда способствует лучшему всасыванию жиров, витаминов, железа и кальция [34]. Лакто- и бифидобактерии также синтезируют антибиотикоподобные вещества, органические кислоты, стимулируют иммунную защиту организма [25].

Исследования показали, что у кур опытных групп обеих пород при скармливании травяной муки без пробиотика показатели содержания бифидобактерий были ниже: СК < СII в 2,2 раза ($P < 0,05$), СI < СII в 3,4 раза, АК < АII в 1,6 раза, АI < АII в 2,4 раза (рис. 1).

Введение травяной муки с пробиотиком в рацион кур породы суссекс незначительно повлияло в сторону увеличения на количество полезных бацилл СII > СК на 19,07 %. Бациллы способны синтезировать органические кислоты, бактериоцины, антибиотические вещества, в связи с чем они выступают антагонистами, способными вытеснить из кишечника патогены [35, 36]. Кроме того, бациллы обладают ферментативной активностью и принимают участие в процессах метаболизма различных питательных субстратов, в том числе в расщеплении углеводов. У кур породы амрокс, наоборот, количество бацилл в опытных группах уменьшилось: АК > АII на 34,26 %, АК > АI на 53,42 %.

Тенденция к повышению селенонада было отмечено у кур обеих пород в опытных группах, которым скармливалась травяная мука без пробиотика. Так, СI > СК на 18,13 %, СI > СII на 8,56 %, в группе амроксов АI > АК на 5,88 %, АI > АII на 6,04 %. Селенонады обладают способностью разлагать органические кислоты, а в результате сбраживания моносахаридов, олиго- и полисахаридов в слепых отростках образуется значительное количество летучих жирных кислот (ЛЖК). В больших количествах эта бактерия обнаруживается в рубце жвачных животных. Видимо, введение дополнительного количества клетчатки способствовало размножению

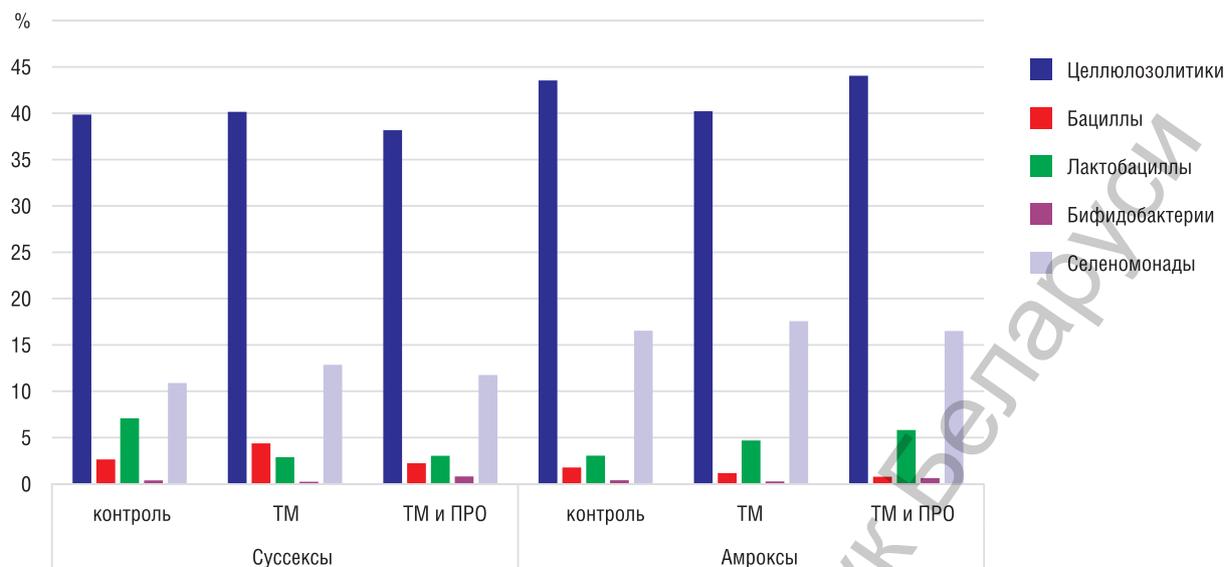


Рис. 1. Соотношение нормофлоры в слепых отростках ЖКТ кур пород суссекс и амрокс
 Fig. 1. Ratio of normoflora in cecum of gastrointestinal tract of sussex and amrox poultry breeds

селеномонад, а дополнительное введение пробиотика создало условие конкуренции между селеномонадами и *Bacillus* sp., что не позволило селеномонадам размножиться.

Стоит подчеркнуть, что постоянными обитателями слепых отростков ЖКТ кур являются многие патогенные микроорганизмы: стафилококки, микоплазмы, пастереллы, фузобактерии и кампилобактерии. Благодаря высокой чувствительности метод T-RFLP позволяет детектировать патогенные бактерии даже в тех случаях, когда другими способами (иммунологическим, бактериологическим, микроскопическим) их выявление невозможно вследствие того, что данные микроорганизмы могут содержаться в ЖКТ в очень низких концентрациях, являться абсолютно не культивируемыми либо труднокультивируемыми.

Необходимо отметить, что патогены могут длительно существовать в организме, не вызывая заболеваний, а также могут быть вытеснены из ЖКТ полезными симбиотическими представителями нормальной микрофлоры, например, лактобактериями и бациллами. Однако при неудовлетворительных зоогигиенических условиях содержания птиц, плохом качестве используемого корма, при несбалансированном кормлении, резкой смене рациона происходит нарушение кишечной микрофлоры птиц: активное размножение патогенных бактерий и вытеснение ими представителей «нормальной» микрофлоры со всеми вытекающими из этого негативными последствиями. Из литературных источников известно, что в слепых отростках ЖКТ кур с различными заболеваниями наблюдается повышенное количество различных патогенных микроорганизмов [36]. Следовательно, численность данных микроорганизмов в ЖКТ может являться индикатором состояния здоровья птиц.

Что касается условно-патогенных бактерий в опыте, то здесь картина также неоднозначна. У кур породы суссекс меньше бактерий в первой опытной группе, а у кур породы амрокс существенно ниже условно-патогенных бактерий во второй опытной группе: CI < СК на 38,18 %, и CI < СИ на 3,6 %; АП < АК на 49,16 % ($P < 0,05$) (рис. 2).

На рис. 3 представлено соотношение патогенных бактерий. Общее количество патогенных бактерий, содержащихся в слепых отростках исследуемых кур, не превышало 11 % от всего изучаемого микробного сообщества. Количество патогенных бактерий у кур породы суссекс в целом было больше, чем у кур породы амрокс. У кур опытных групп обеих пород количество патогенов в кишечнике было ниже, чем в контрольных группах: СК > СИ на 32,94 %, СК > СИ на 4,92 %, АК > АИ на 15,54 %, АК > АП на 17,74 %. Фузобактерии являются возбудителями фузобактериозов. Они были обнаружены в образцах птиц всех групп. Наибольшее количество было отмечено в контрольных группах: СК – 2,05 %; АК – 1,74 %, у кур опытных групп СИ и СИ доля фузобактерий составила 1,63 и 1,67 %, а в группах АИ и АП – 0,31 и 0,96 % соответственно,

пептококков у суссексов в группе СП было в 2,5 раза ниже, чем в группе СК, у амроксов в группе АІ ниже в 2,1 раза, а в группе АІІ – в 5,7 раза по сравнению с группой АК. В ЖКТ птицы постоянно находятся кампилобактерии, и если их небольшое количество, то они не доставляют хлопот хозяину. При увеличении этих бактерий наблюдаются расстройства пищеварения, диарея. В нашем опыте у кур породы суссекс в опытных группах количество кампилобактерий было ниже, чем в контроле: СК > СІ на 17,3 %, СК > СП на 34,8 % ($P < 0,01$). Необходимо отметить, что для некоторых бактерий введение травяной муки без пробиотика вызывало большее снижение патогенов, нежели введение травяной муки в комплексе с пробиотиком (рис. 2, 3).

Современные методы исследований позволили обнаружить в ЖКТ птиц некультивируемые микроорганизмы, доля которых в разных экосистемах достигает 90 % [37]. Данные микроорганизмы невозможно выявить и изучить с помощью традиционных методов микробиологии – культивирования

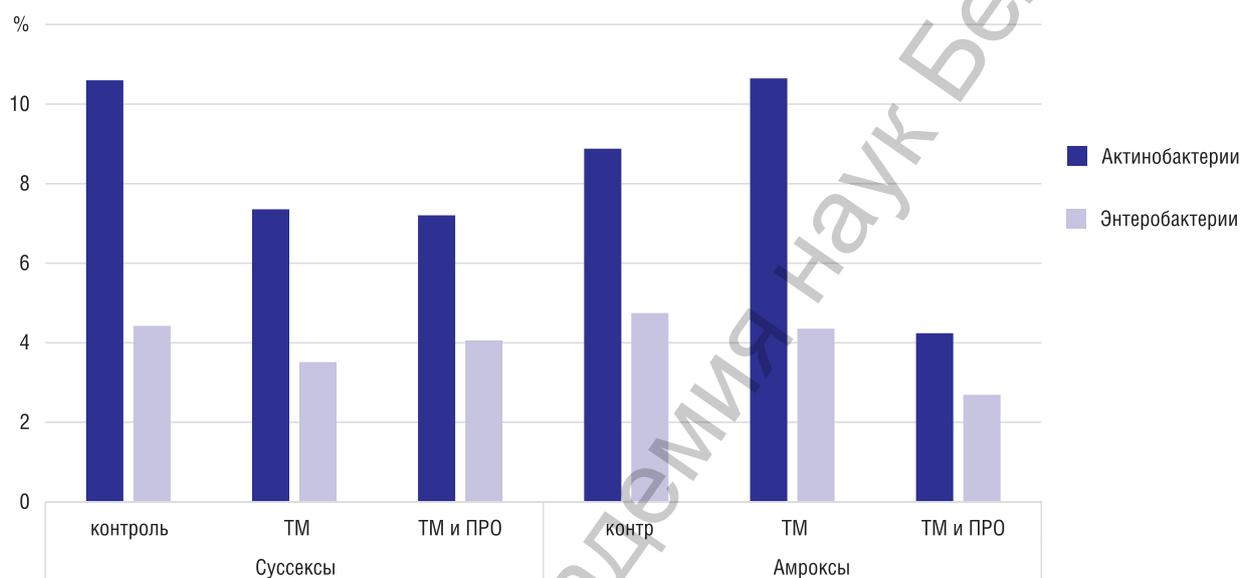


Рис. 2. Соотношение условно-патогенных бактерий в слепых отростках ЖКТ кур пород суссекс и амрокс
 Fig. 2. Ratio of conditional-pathogenic bacteria in cecum of gastrointestinal tract of sussex and amrox poultry breeds

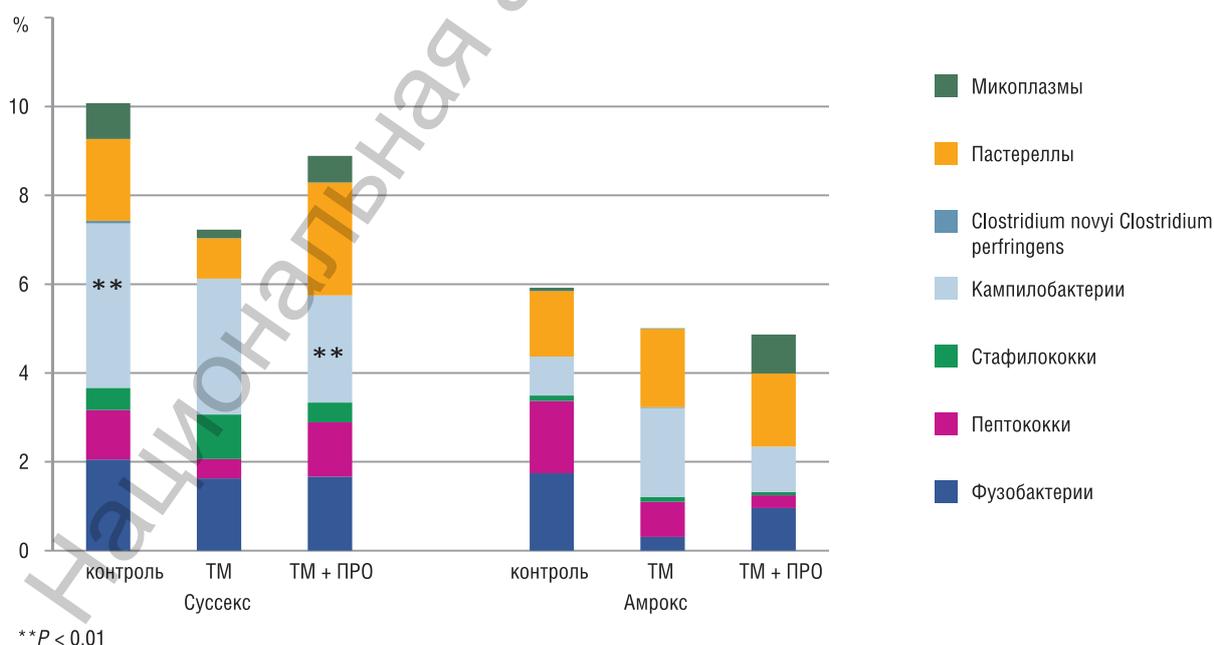


Рис. 3. Соотношение патогенных бактерий в слепых отростках ЖКТ кур пород суссекс и амрокс
 Fig. 3. Ratio of pathogenic bacteria in cecum of gastrointestinal tract of sussex and amrox poultry breeds

на питательных средах. Еще не ясна их роль в пищеварении птиц. У птиц, в рацион которых добавляли пробиотик, отношение некультивируемых бактерий составили: у породы амрокс – 17,6 %, а у кур породы суссекс – 18,76 % против 13,2 и 11,48 % соответствующих контрольных групп. Ученым еще только предстоит понять роль этих бактерий в пищеварении кур.

В задачи данного исследования не входило изучение микробиоты кишечника кур с учетом их генотипа, но можно предположить, что изменения в составе микробного сообщества кишечника под влиянием скармливания травяной муки и пробиотика в группах суссексов и амроксов происходили по-разному именно в связи с породной принадлежностью [38].

Выводы. В настоящем исследовании при использовании T-RFLP впервые изучено влияние травяной муки на бактериальное сообщество слепых отростков ЖКТ у кур генотипных пород. На основе анализа коэффициентов биоразнообразия было показано, что использование травяной муки в рационе генотипных пород кур совместно с пробиотиком Целлобактерин-Т способствовало снижению численности нежелательных актиномицетов и патогенных микоплазм в ЖКТ кур и формированию полезной микрофлоры, а также привело к снижению абдоминального жира в тушке кур и повышению яйценоскости.

Благодарности. Работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ им. академика Л. К. Эрнста» (тема ААА-А-А18-118 021 590 129-9).

Список использованных источников

1. Stanley, D. Microbiota of the chicken gastrointestinal tract: influence on health, productivity and disease / D. Stanley, R. J. Hughes, R. J. Moore // *Appl. Microbiology a. Biotechnology.* – 2014. – Vol. 98, N 10. – P. 4301–4310. <https://doi.org/10.1007/s00253-014-5646-2>
2. Arabinoxylans and inulin differentially modulate the mucosal and luminal gut microbiota and mucin-degradation in humanized rats / P. Van den Abbeele [et al.] // *Environmental Microbiology.* – 2011. – Vol. 13, N 10. – P. 2667–2680. <https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2011.02533.x>
3. Rougière, N. Comparison of gastrointestinal transit times between chickens from D+ and D– genetic lines selected for divergent digestion efficiency / N. Rougière, B. Carré // *Animal.* – 2010. – Vol. 4, N 11. – P. 1861–1872. <https://doi.org/10.1017/S1751731110001266>
4. Mateos, G. G. The feasibility of using nutritional modifications to replace drugs in poultry feeds / G. G. Mateos, R. Lazaro, M. I. Gracia // *J. of Appl. Poultry Research.* – 2002. – Vol. 11, N 4. – P. 437–452. <https://doi.org/10.1093/japr/11.4.437>
5. Effect of crude fibre concentration in pullet diets (9–16 weeks) on their subsequent performance / C. V. Panaite [et al.] // *AgroLife Sci. J.* – 2016. – Vol. 5, N 1. – P. 161–167.
6. Sklan, D. The effect of dietary fiber on the small intestines and apparent digestion in the turkey / D. Sklan, A. Smirnov, I. Plavnik // *Brit. Poultry Science.* – 2003. – Vol. 44, N 5. – P. 735–740. <https://doi.org/10.1080/00071660310001643750>
7. Amerah, A. M. Influence of insoluble fibre and whole wheat inclusion on the performance, digestive tract development and ileal microbiota profile of broiler chickens / A. M. Amerah, V. Ravindran, R. G. Lentle // *Brit. Poultry Science.* – 2009. – Vol. 50, N 3. – P. 366–375. <https://doi.org/10.1080/00071660902865901>
8. Svihus, B. The gizzard: Function, influence of diet structure and effects on nutrient availability / B. Svihus // *World's Poultry Science J.* – 2011. – Vol. 67, N 2. – P. 207–224. <https://doi.org/10.1017/S0043933911000249>
9. Walugembe, M. Effects of high fiber ingredients on the performance, metabolizable energy and fiber digestibility of broiler and layer chicks / M. Walugembe, M. E. Persia, M. F. Rothschild // *Animal Feed Science a. Technology.* – 2014. – Vol. 188. – P. 46–52. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2013.09.012>
10. Федорова, З. Л. Травяная мука в рационе мясо-яичных кур: влияние на развитие пищеварительного тракта и фолликулогенез / З. Л. Федорова // *Проблемы биологии продуктив. животных.* – 2019. – № 3. – С. 78–85. <https://doi.org/10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2019.3.78-85>
11. Roles of dietary fibre and ingredient particle size in broiler nutrition / S. K. Kheravii [et al.] // *World's Poultry Science J.* – 2018. – Vol. 74, N 2. – P. 301–316. <https://doi.org/10.1017/S0043933918000259>
12. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics / G. G. Mateos [et al.] // *J. of Appl. Poultry Research.* – 2012. – Vol. 21, N 1. – P. 156–174. <https://doi.org/10.3382/japr.2011-00477>
13. Montagne, L. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals / L. Montagne, J. R. Pluske, D. J. Hampson // *Animal Feed Science a. Technology.* – 2003. – Vol. 108, N 1/4. – P. 95–117. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(03\)00163-9](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(03)00163-9)
14. Dietary fiber type reflects physiological functionality: Comparison of grain fiber, inulin, and polydextrose / K. Ranninen [et al.] // *Nutrition Rev.* – 2011. – Vol. 69, N 1. – P. 9–21. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2010.00358.x>
15. Фисинин, В. И. Кишечный иммунитет у птиц: факты и размышления / В. И. Фисинин, П. Сурай // *С.-х. биология. Сер. Биология животных.* – 2013. – № 4. – С. 3–25.
16. Growth performance, digestibility and faecal coliform bacteria in weaned piglets fed a cereal-based diet including either chicory (*Cichorium intybus* L.) or ribwort (*Plantago lanceolata* L.) forage / E. Iyarsson [et al.] // *Animal.* – 2011. – Vol. 5, N 4. – P. 558–564. <https://doi.org/10.1017/S1751731110002193>

17. Bacteria, phages and pigs: the effects of in-feed antibiotics on the microbiome at different gut locations / T. Looft [et al.] // ISME J. – 2014. – Vol. 8, N 8. – P. 1566–1576. <https://doi.org/10.1038/ismej.2014.12>
18. Chicory (*Cichorium intybus* L.) and cereals differently affect gut development in broiler chickens and young pigs / H. Liu [et al.] // J. of Animal Science a. Biotechnology. – 2013. – Vol. 4, N 1. <https://doi.org/10.1186/2049-1891-4-50>
19. Effect of inclusion of oat hulls and sugar beet pulp in the diet on productive performance and digestive traits of broilers from 1 to 42 days of age / J.M. González-Alvarado [et al.] // Animal Feed Science a. Technology. – 2010. – Vol. 162, N 1–2. – P. 37–46. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.08.010>
20. Effects of increasing levels of pea hulls in the diet on productive performance, development of the gastrointestinal tract, and nutrient retention of broilers from one to eighteen days of age / E. Jiménez-Moreno [et al.] // Animal Feed Science a. Technology. – 2011. – Vol. 168, N 1. – P. 100–112. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.03.013>
21. *Ohimain, E.I.* The effect of probiotic and prebiotic feed supplementation on chicken health and gut microflora: a review / E. I. Ohimain, R. T. S. Ofongo // Intern. J. of Animal a. Veterinary Advances. – 2012. – Vol. 4, N 2. – P. 135–143.
22. The effect of microbial-nutrient interaction on the immune system of young chicks after early probiotic and organic acid administration / J.C. Rodriguez-Lecompte [et al.] // J. of Animal Science. – 2012. – Vol. 90, N 7. – P. 2246–2254. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4184>
23. *Hübener, K.* Bacterial responses to different dietary cereal types and xylanase supplementation in the intestine of broiler chicken / K. Hübener, W. Vahjen, O. Simon // Arch. of Animal Nutrition. – 2002. – Vol. 56, N 3. – P. 167–187. <https://doi.org/10.1080/00039420214191>
24. Разработка современных биотехнологий для оценки экспрессии генов в связи с устойчивостью к болезням и продуктивностью у домашней птицы / М. Н. Романов [и др.] // Материалы Международной научно-практической конференции «Молекулярно-генетические технологии для анализа экспрессии генов продуктивности и устойчивости к заболеваниям животных», Москва, 21–22 ноября 2019 г. / Моск. гос. акад. ветеринар. медицины и биотехнологии им. К. И. Скрябина; редкол.: И. И. Кочиш [и др.]. – М., 2019. – С. 11–41.
25. *Грозина, А.А.* Состав микрофлоры желудочно-кишечного тракта у цыплят-бройлеров при воздействии пробиотика и антибиотика (по данным -RFLP-RT-PCR) / А. А. Грозина // С.-х. биология. Сер. Биология животных. – 2014. – № 6. – С. 46–58. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2014.6.46rus>
26. Indigenous bacteria and bacterial metabolic products in the gastrointestinal tract of broiler chickens / H. U. Rehman [et al.] // Arch. of Animal Nutrition. – 2007. – Vol. 61, N 5. – P. 319–335. <https://doi.org/10.1080/17450390701556817>
27. *Каблучеева, Т.И.* Особенности пищеварения в слепых отростках кишечника у молодняка мясных кур при разном уровне протеина и использовании пробиотиков в рационе : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 06.02.05 / Т. И. Каблучеева ; Куб. гос. аграр. ун-т. – Краснодар, 2000. – 27 с.
28. *Tsukahara, T.* Effects of animal or plant protein diets on cecal fermentation in guinea pigs (*Cavia porcellus*), rats (*Rattus norvegicus*) and chicks (*Gallus gallus domesticus*) / T. Tsukahara, K. Ushida // Comparative Biochemistry a. Physiology. Pt. A, Molecular a. Integrative Physiology. – 2000. – Vol. 127, N 2. – P. 139–146. [https://doi.org/10.1016/s1095-6433\(00\)00244-0](https://doi.org/10.1016/s1095-6433(00)00244-0)
29. *Георгиевский, В.И.* Физиология сельскохозяйственных животных / В. И. Георгиевский. – М. : Агропромиздат, 1990. – 511 с.
30. Использование пробиотиков, пребиотиков и симбиотиков в птицеводстве / Ш. А. Имангулов [и др.] ; ред.: В. И. Фисинин, И. А. Егоров, Ш. А. Имангулов ; Всерос. науч.-исслед. и технол. ин-т птицеводства. – Сергиев Посад : [б. и.], 2008. – 43 с.
31. *Брюханов, А.Л.* Молекулярная микробиология = Molecular microbiology / А. Л. Брюханов, К. В. Рыбак, А. И. Нетрусов ; под ред. А. И. Нетрусова. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 2012. – 476 с.
32. *Кислюк, С.* Ферментативный пробиотик Целлобактерин – ответ на многие вопросы / С. Кислюк, Н. Новикова, Г. Лаптев // Аграр. эксперт. – 2008. – № 1. – С. 26–27.
33. T-RFLP-анализ микрофлоры кишечника – основа выбора кормовых добавок для птицы / Г. Лаптев [и др.] // Птицеводство. – 2010. – № 9. – С. 25.
34. Научные основы применения пробиотиков в птицеводстве / Г. А. Ноздрин [и др.] ; Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск : Изд-во НГАУ, 2005. – 224 с.
35. *Mazza, P.* The use of *Bacillus subtilis* as an anti-diarrhoeal microorganism / P. Mazza // Boll. Chim. Farmaceutico. – 1994. – Vol. 133, N 1. – P. 3–18.
36. The safety of *Bacillus subtilis* and *Bacillus indicus* as food probiotics / H. A. Hong [et al.] // J. of Appl. Microbiology. – 2008. – Vol. 105, N 2. – P. 510–520. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2008.03773.x>
37. Нормы содержания микрофлоры в желудочно-кишечном тракте цыплят-бройлеров / ООО «Биотроф» ; подгот.: Г. Ю. Лаптев [и др.]. – СПб. : БИОТРОФ, 2016. – 26 с.
38. Host and environmental factors affecting the intestinal microbiota in chickens / J.G. Kers [et al.] // Frontiers in Microbiology. – 2018. – Vol. 9. – Art. 235. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00235>

References

1. Stanley D., Hughes R. J., Moore R. J. Microbiota of the chicken gastrointestinal tract: influence on health, productivity and disease. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2014, vol. 98, no. 10, pp. 4301–4310. <https://doi.org/10.1007/s00253-014-5646-2>
2. Van den Abbeele P., Grard P., Rabot S., Bruneau A., El Aidy S., Derrien M., Kleerebezem M., Zoetendal E. G., Smidt H., Verstraete W. Arabinoxylans and inulin differentially modulate the mucosal and luminal gut microbiota and mucin-degradation in humanized rats. *Environmental Microbiology*, 2011, vol. 13, no. 10, pp. 2667–2680. <https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2011.02533.x>

3. Rougière N., Carré B. Comparison of gastrointestinal transit times between chickens from D+ and D– genetic lines selected for divergent digestion efficiency. *Animal*, 2010, vol. 4, no. 11, pp. 1861-1872. <https://doi.org/10.1017/S1751731110001266>
4. Mateos G. G., Lazaro R., Gracia M. I. The feasibility of using nutritional modifications to replace drugs in poultry feeds. *Journal of Applied Poultry Research*, 2002, vol. 11, no. 4, pp. 437-452. <https://doi.org/10.1093/japr/11.4.437>
5. Panaite C. V., Criste R. D., Dragotiu D., Panaite T. D., Olteanu M. Effect of crude fibre concentration in pullet diets (9-16 weeks) on their subsequent performance. *AgroLife Scientific Journal*, 2016, vol. 5, no. 1, pp. 161-167.
6. Sklan D., Smirnov A., Plavnik I. The effect of dietary fiber on the small intestines and apparent digestion in the turkey. *British Poultry Science*, 2003, vol. 44, no. 5, pp. 735-740. <https://doi.org/10.1080/00071660310001643750>
7. Amerah A. M., Ravindran V., Lentle R. G. Influence of insoluble fibre and whole wheat inclusion on the performance, digestive tract development and ileal microbiota profile of broiler chickens. *British Poultry Science*, 2009, vol. 50, no. 3, pp. 366-375. <https://doi.org/10.1080/00071660902865901>
8. Svihus B. The gizzard: Function, influence of diet structure and effects on nutrient availability. *World's Poultry Science Journal*, 2011, vol. 67, no. 2, pp. 207-224. <https://doi.org/10.1017/S0043933911000249>
9. Walugembe M., Persia M. E., Rothschild M. F. Effects of high fiber ingredients on the performance, metabolizable energy and fiber digestibility of broiler and layer chicks. *Animal Feed Science and Technology*, 2014, vol. 188, pp. 46-52. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2013.09.012>
10. Fedorova Z. L. Herbal flour in the diet of meat and egg productivity hens: the impact on the development of the digestive tract and folliculogenesis. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh* [Problems of Productive Animal Biology], 2019, no. 3, pp. 78-85. <https://doi.org/10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2019.3.78-85>
11. Kheravii S. K., Morgan N. K., Swick R. A., Choct M., Wu S.-B. Roles of dietary fibre and ingredient particle size in broiler nutrition. *World's Poultry Science Journal*, 2018, vol. 74, no. 2, pp. 301-316. <https://doi.org/10.1017/S0043933918000259>
12. Mateos G. G., Jiménez-Moreno E., Serrano M. P., Lázaro R. P. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. *Journal of Applied Poultry Research*, 2012, vol. 21, no. 1, pp. 156-174. <https://doi.org/10.3382/japr.2011-00477>
13. Montagne L., Pluske J. R., Hampson D. J. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. *Animal Feed Science and Technology*, 2003, vol. 108, no. 1/4, pp. 95-117. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(03\)00163-9](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(03)00163-9)
14. Raninen K., Lappi J., Mykkänen H., Poutanen K. Dietary fiber type reflects physiological functionality: Comparison of grain fiber, inulin, and polydextrose. *Nutrition Reviews*, 2011, vol. 69, no. 1, pp. 9-21. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2010.00358.x>
15. Fisinin V. I., Surai P. Gut immunity in birds: facts and reflections (review). *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2013, no. 4, pp. 3-25 (in Russian).
16. Iyarsson E., Frankow-Lindberg B. E., Andersson H. K., Lindberg J. E. Growth performance, digestibility and faecal coliform bacteria in weaned piglets fed a cereal-based diet including either chicory (*Cichorium intybus* L.) or ribwort (*Plantago lanceolata* L.) forage. *Animal*, 2011, vol. 5, no. 4, pp. 558-564. <https://doi.org/10.1017/S1751731110002193>
17. Looft T., Allen H. K., Cantarel B. L., Levine U. Y., Bayles D. O., Alt D. P., Henrissat B., Stanton T. B. Bacteria, phages and pigs: the effects of in-feed antibiotics on the microbiome at different gut locations. *ISME Journal*, 2014, vol. 8, no. 8, pp. 1566-1576. <https://doi.org/10.1038/ismej.2014.12>
18. Liu H., Ivarsson E., Lundh T., Lindberg J. E. Chicory (*Cichorium intybus* L.) and cereals differently affect gut development in broiler chickens and young pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 2013, vol. 4, no. 1. <https://doi.org/10.1186/2049-1891-4-50>
19. González-Alvarado J. M., Jiménez-Moreno E., González-Sánchez D., Lázaro R., Mateos G. G. Effect of inclusion of oat hulls and sugar beet pulp in the diet on productive performance and digestive traits of broilers from 1 to 42 days of age. *Animal Feed Science and Technology*, 2010, vol. 162, no. 1-2, pp. 37-46. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.08.010>
20. Jiménez-Moreno E., Chamorro S., Frikha M., Safaa H. M., Lázaro R., Mateos G. G. Effects of increasing levels of pea hulls in the diet on productive performance, development of the gastrointestinal tract, and nutrient retention of broilers from one to eighteen days of age. *Animal Feed Science and Technology*, 2011, vol. 168, no. 1, pp. 100-112. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.03.013>
21. Ohimain E. I., Ofongo R. T. S. The effect of probiotic and prebiotic feed supplementation on chicken health and gut microflora: a review. *International Journal of Animal and Veterinary Advances*, 2012, vol. 4, no. 2, pp. 135-143.
22. Rodriguez-Lecompte J. C., Yitbarek A., Brady J., Sharif S., Cavanagh M. D., Crow G., Guenter W., House J. D., Camelo-Jaimes G. The effect of microbial-nutrient interaction on the immune system of young chicks after early probiotic and organic acid administration. *Journal of Animal Science*, 2012, vol. 90, no. 7, pp. 2246-2254. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4184>
23. Hübener K., Vahjen W., Simon O. Bacterial responses to different dietary cereal types and xylanase supplementation in the intestine of broiler chicken. *Archives of Animal Nutrition*, 2002, vol. 56, no. 3, pp. 167-187. <https://doi.org/10.1080/00039420214191>
24. Romanov M. N., Laptev G. Yu., Filippova V. A., Ilydyrym E. A., Il'ina L. A., Kochish I. I. (et al.). Development of modern biotechnologies for assessment of gene expression in connection with productivity and resistance to diseases in poultry. *Materijaly Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoj konferentsii «Molekulyarno-geneticheskie tehnologii dlya analiza ekspressii genov produktivnosti i ustojchivosti k zabolevaniyam zhivotnykh», Moskva, 21-22 noyabrya 2019 g.* [Proceedings of the international scientific and practical conference «Molecular genetic technologies for analysis of gene expression of productivity and resistance to animal diseases», Moscow, November 21-22, Materials of the International Scientific and Practical Conference «Molecular Genetic Technologies for Analysis of Gene Expression of Productivity and Resistance to Animal Diseases», Moscow, November 21-22.

25. Grizina A. A. Gut microbiota of broiler chickens influenced by probiotics and antibiotics as revealed by T-RFLP and RT-PCR. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2014, no. 6, pp. 46-58 (in Russian). <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2014.6.46eng>

26. Rehman H. U., Vahjen W., Awad W. A., Zentek J. Indigenous bacteria and bacterial metabolic products in the gastrointestinal tract of broiler chickens. *Archives of Animal Nutrition*, 2007, vol. 61, no. 5, pp. 319-335. <https://doi.org/10.1080/17450390701556817>

27. Kablucheeva T. I. *Features of digestion in the blind processes of the intestine in young meat chickens with different levels of protein and the use of probiotics in the diet*. Abstract of Ph.D. diss. Krasnodar, 2000. 27 p. (in Russian).

28. Tsukahara T., Ushida K. Effects of animal or plant protein diets on cecal fermentation in guinea pigs (*Cavia porcellus*), rats (*Rattus norvegicus*) and chicks (*Gallus gallus domesticus*). *Comparative Biochemistry and Physiology. Part A, Molecular and Integrative Physiology*, 2000, vol. 127, no. 2, pp. 139-146. [https://doi.org/10.1016/s1095-6433\(00\)00244-0](https://doi.org/10.1016/s1095-6433(00)00244-0)

29. Georgievskii V. I. *Physiology of farm animals*. Moscow, Agropromizdat Publ., 1990. 511 p. (in Russian).

30. Imangulov Sh. A., Egorov I. A., Lenkova T. N., Ignatova G. V., Pan'kov P. N., Rozanov B. L. (et al.). *The use of probiotics, prebiotics and symbiotics in poultry farming*. Sergiev Posad, 2008. 43 p. (in Russian).

31. Bryukhanov A. L., Rybak K. V., Netrusov A. I. *Molecular microbiology*. Moscow, Publishing house of Moscow University, 2012. 476 p. (in Russian).

32. Kislyuk S., Novikova N., Laptev G. Enzymatic probiotic Cellobacterin - the answer to many questions. *Agrarnyi ekspert [Agricultural Expert]*, 2008, no. 1, pp. 26-27 (in Russian).

33. Laptev G., Nikonov I., Kryazhevskikh L., Egorov I. T-RFLP-analysis of intestinal microflora - the basis for the choice of feed additives for poultry. *Ptitsevodstvo [Poultry Farming]*, 2010, no. 9, p. 25. (in Russian).

34. Nozdrin G. A., Ivanova A. B., Shevchenko A. I., Nozdrin A. G. *Scientific basis for the use of probiotics in poultry farming*. Novosibirsk, Publishing house of the Novosibirsk State Agrarian University, 2005. 224 p. (in Russian).

35. Mazza P. The use of *Bacillus subtilis* as an anti-diarrhoeal microorganism. *Bollettino Chimico Farmaceutico*, 1994, vol. 133, no. 1, pp. 3-18.

36. Hong H. A., Huang J.-M., Khaneja R., Hiep L. V., Urdaci M. C., Cutting S. M. The safety of *Bacillus subtilis* and *Bacillus indicus* as food probiotics. *Journal of Applied Microbiology*, 2008, vol. 105, no. 2, pp. 510-520. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2008.03773.x>

37. Laptev G. Yu., Novikova N. I., Il'ina L. A., Iyldyrym E. A., Nikonov I. N., Phillipova V. A. (et al.). *The norms of content of microflora in the gastrointestinal tract of broiler chickens*. St. Petersburg, BIOTROF Publ., 2016. 26 p. (in Russian).

38. Kers J. G., Velkers F. C., Fischer E. A. J., Hermes G. D. A., Stegeman J. A., Smidt H. Host and environmental factors affecting the intestinal microbiota in chickens. *Frontiers in Microbiology*, 2018, vol. 9, art. 235. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00235>

Информация об авторах

Федорова Зоя Леонидовна – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник отдела генетики, разведения и сохранения генетических ресурсов сельскохозяйственных птиц, Всероссийский научно-исследовательский институт генетики сельскохозяйственных животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста», (Московское ш., 55а, 196601, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Россия). E-mail: zoya-fspb@mail.ru

Перинек Оксана Юрьевна – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник отдела генетики, разведения и сохранения генетических ресурсов сельскохозяйственных птиц, Всероссийский научно-исследовательский институт генетики сельскохозяйственных животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста», (Московское ш., 55а, 196601, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Россия). E-mail: odormidonova@mail.ru

Ильина Лариса Александровна – кандидат биологических наук, начальник молекулярно-генетической лаборатории ООО «БИОТРОФ» (Загребский б-р., 19, корп. 1, 192284, г. Санкт-Петербург, Россия). E-mail: ilina@biotrof.ru

Information about the author

Zoya L. Fedorova - Ph.D. (Agricultural). Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding - Branch of the L. K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry. (55a, Moskovskoe shosse, 196601, St. Petersburg, Russia). E-mail: zoya-fspb@mail.ru

Oksana Yu. Perinek - Ph.D. (Agricultural). Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding - Branch of the L. K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry. (55a, Moskovskoe shosse, St. Petersburg, 196601 Russia). E-mail: odormidonova@mail.ru

Larisa A. Ilina - Ph.D. (Biological). Head of the molecular genetic laboratory of "BIOTROF" Ltd (19, korp. 1, Zagrebkii bulv., St. Petersburg, 192284, Russia). E-mail: ilina@biotrof.ru